



## Trabajo Original

### Relación entre el perfil antropométrico y el balance postural estático y dinámico en niños de 6 a 9 años

#### *Relationship between anthropometry and balance of postural control in children 6-9 years old*

Eduardo Enrique Guzmán-Muñoz<sup>1,2</sup>, Pablo Valdés-Badilla<sup>3,4</sup>, Guillermo Méndez-Rebolledo<sup>1</sup>, Yeny Fabiola Concha-Cisternas<sup>5</sup> y Marcelo Eduardo Castillo-Retamal<sup>6,7</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Kinesiología. Facultad de Salud. Universidad Santo Tomás. Chile. <sup>2</sup>Programa de Doctorado en Ciencias de la Actividad Física. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad Católica del Maule. Talca, Chile. <sup>3</sup>Instituto de Actividad Física y Salud. Universidad Autónoma de Chile. Chile. <sup>4</sup>Pedagogía en Educación Física. Facultad de Educación. Universidad Autónoma de Chile. Temuco, Chile. <sup>5</sup>Universidad Tecnológica de Chile INACAP. Chile. <sup>6</sup>Departamento de Ciencias de la Actividad Física. Universidad Católica del Maule. Talca, Chile. <sup>7</sup>Grupo de Investigación en Actividad Física y Salud – GEAfys. Universidad Católica del Maule. Talca, Chile

### Resumen

**Introducción:** el balance o control postural es una habilidad motora compleja que a partir de múltiples procesos sensoriomotores tiene como objetivo lograr un adecuado equilibrio postural tanto en actividades estáticas como dinámicas. Si bien la relación entre las medidas antropométricas y el balance postural en niños no ha sido claramente definida, se ha planteado que podrían influir negativamente sobre el control postural.

**Objetivo:** determinar la relación entre el perfil antropométrico y el balance postural estático y dinámico en niños de seis a nueve años.

**Métodos:** la muestra incluyó 158 escolares (88 hombres y 70 mujeres), situados entre los seis y los nueve años. Las variables del perfil antropométrico estudiadas fueron masa corporal, estatura bípeda, índice de masa corporal (IMC), perímetro de cintura (PC), índice cintura-cadera (ICC), sumatoria de pliegues, composición corporal y somatotipo. Además, se midió el balance postural estático y dinámico a través de una prueba posturográfica y el Y-Balance Test, respectivamente. Las medidas antropométricas se correlacionaron con los resultados de las pruebas de balance postural.

**Resultados:** se encontraron correlaciones positivas moderadas entre el balance postural estático, principalmente en condición de ojos cerrados, e IMC, PC, suma de pliegues, masa adiposa y endomorfía. Respecto al balance postural dinámico, se observaron correlaciones negativas moderadas entre el rendimiento del Y-Balance Test y la masa corporal, estatura bípeda, IMC, suma de pliegues cutáneos, masa adiposa, masa cutánea y endomorfía.

**Conclusión:** los niños con mayor adiposidad y/o predominancia del componente endomórfico consiguen un rendimiento más bajo en las pruebas de balance postural estático y dinámico.

#### Palabras clave:

Antropometría. Niños. Obesidad pediátrica. Balance postural.

### Abstract

**Background:** balance or postural control is a complex motor skill that aims to achieve an adequate postural balance from multiple sensorimotor processes in both static and dynamic activities. Although the relationship between anthropometric measurements and postural balance in children has not been clearly defined, it has been suggested that they could negatively influence postural control.

**Objective:** to determinate the relationship between the anthropometric profile and the postural and dynamic balance in children from six to nine years old.

**Methods:** the sample included 158 schoolchildren (88 men and 70 women) who were between six and nine years old. The variables of the anthropometric profile studied were body mass, bipedal stature, body mass index (BMI), waist circumference (WC), waist-to-hip ratio (WHR), sum skin-folds, body composition and somatotype. In addition, the static and dynamic postural balance was measured through posturography and the Y-Balance Test, respectively. The anthropometric measurements were correlated with the results of the postural balance tests.

**Results:** moderate positive correlations between static postural balance, mainly in closed eyes condition, and BMI, PC, sum skin-folds, fat mass and endomorphy were found. Regarding the dynamic postural balance, moderate negative correlations were observed between the performance of the Y-Balance Test and body mass, bipedal stature, BMI, sum skin-folds, fat mass, skin mass and endomorphy.

**Conclusion:** children with higher adiposity and/or predominance of the endomorphic component have a lower performance in static and dynamic postural balance tests.

#### Key words:

Anthropometry. Children. Pediatric obesity. Postural balance.

Recibido: 01/06/2018 • Aceptado: 20/09/2018

Guzmán-Muñoz EE, Valdés-Badilla P, Méndez-Rebolledo G, Concha-Cisternas YF, Castillo-Retamal ME. Relación entre el perfil antropométrico y el balance postural estático y dinámico en niños de 6 a 9 años. Nutr Hosp 2019;36(1):32-38

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.02072>

#### Correspondencia:

Eduardo Enrique Guzmán Muñoz. Programa de Doctorado en Ciencias de la Actividad Física. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad Católica del Maule. Campus San Miguel. Av. San Miguel, 3605. Talca, Chile  
e-mail: [eguzmanm@santotomas.cl](mailto:eguzmanm@santotomas.cl)

## INTRODUCCIÓN

El balance o control postural es una habilidad motora compleja que a partir de múltiples procesos sensoriomotores tiene como objetivo lograr un adecuado equilibrio postural tanto en actividades estáticas (estar de pie) como dinámicas (realizando un gesto motor) (1,2). El balance postural juega un papel importante en el desarrollo del niño, ya que es necesario para adquirir en etapas tempranas posturas básicas, como sentarse y caminar, y para la adquisición en etapas avanzadas de habilidades motoras más complejas (3,4). Cuando el control postural no se desarrolla adecuadamente, el desarrollo motor general se ve comprometido (3).

El método universalmente aceptado para cuantificar el balance postural estático corresponde al desplazamiento del centro de presión (CP) utilizando una plataforma de fuerza que mide las oscilaciones posturales (5). A partir del CP, se pueden obtener variables como el área, la velocidad y los componentes medio-lateral (ML) y antero-posterior (AP) de su desplazamiento (5). En los últimos años, diversos estudios han utilizado este tipo de evaluación para analizar el control postural en niños (6-11). Para evaluar el balance postural dinámico, uno de los instrumentos más utilizados en niños es el Star Excursión Balance Test (SEBT) o su modificación conocida como Y-Balance Test (12). El SEBT consiste en realizar alcances con la extremidad inferior en ocho sentidos: anterior, anterolateral, anteromedial, lateral, medial, posterior, posterolateral (PL) y posteromedial (PM), mientras que el Y-Balance Test solo incluye las direcciones anterior, PL y PM (13), ya que han demostrado ser las direcciones más precisas y confiables para evaluar el balance postural dinámico en adolescentes (14,15). Para realizar esta prueba se requiere fuerza, flexibilidad y coordinación para mantener el apoyo unipodal mientras se logra un alcance lo más lejos posible con la pierna contralateral (13).

Si bien la relación entre las medidas antropométricas y el balance postural en niños no ha sido claramente definida, se ha planteado que el índice de masa corporal (IMC) (6,16), la estatura bípeda (17), el peso corporal (16,17), el perímetro de cintura (PC) (16) y el porcentaje de grasa (16) podrían influir negativamente sobre el control postural. Sin embargo, es poco conocida la relación de otros parámetros antropométricos que son comúnmente utilizados en la práctica clínica, como son la composición corporal, el somatotipo y el índice cintura cadera (ICC) respecto al balance postural. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar la relación entre el perfil antropométrico y el balance postural estático y dinámico en niños de seis a nueve años.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se desarrolló un estudio observacional de tipo descriptivo-correlacional. Los participantes de cuatro escuelas públicas de la ciudad de Talca (Chile) fueron seleccionados bajo un muestreo estratificado proporcional por sexo y cursos de Educación Primaria (primer, segundo, tercer y cuarto grado). Todos los participantes fueron autorizados por sus tutores legales mediante la lectura y firma de un consentimiento informado aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Santo Tomás, Chile.

## PARTICIPANTES

La muestra incluyó 158 escolares (88 hombres y 70 mujeres), situados entre los seis y los nueve años de edad. Todos los escolares debían ser capaces de comprender instrucciones simples y caminar independientemente. Se consideraron los siguientes criterios de exclusión: a) lesiones musculoesqueléticas; b) cirugías de miembros inferiores; c) dolor en cualquier parte del cuerpo al momento de la evaluación; e) trastornos vestibulares; f) trastornos visuales no corregidos; y g) uso de ayuda técnica para la deambulación.

## PERFIL ANTROPOMÉTRICO

Para realizar las evaluaciones se siguieron las recomendaciones de la Sociedad Internacional para Avances de la Cineantropometría (ISAK) (18). Primero se evaluó la estatura bípeda a través de un estadiómetro (Seca®, Hamburgo, Alemania; precisión 0,1 cm) y el peso corporal con una balanza digital (Seca®, Hamburgo, Alemania; precisión 0,1 kg). Se calculó el IMC dividiendo el peso corporal (kg) por la estatura bípeda al cuadrado ( $m^2$ ). Posteriormente, se evaluaron los diámetros con antropómetros (Rosscraft, Canadá, precisión 0,1 mm), los perímetros con cinta métrica (Sanny®, Brasil, precisión 0,1 mm) y los pliegues cutáneos con caliper (Harpender®, Inglaterra, precisión 0,2 mm). Las medidas antropométricas consistieron en: seis diámetros (biacromial, tórax transversal, tórax antero-posterior, biiliocrestídeo, biépicondilar, biépicondilar), diez perímetros (cabeza, brazo relajado, brazo flexionado en tensión, antebrazo máximo, tórax mesoesternal, cintura mínima, cadera máxima, muslo máximo, muslo medial y pantorrilla máxima) y seis pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo medial y pantorrilla máxima). Con dichas evaluaciones se pudo obtener la composición corporal según lo propuesto por Kerr (19), que establece cinco componentes (método pentacompartimental): masa adiposa, muscular, residual, ósea y cutánea. Por otra parte, se determinó el somatotipo de acuerdo a lo expuesto por Heath and Carter (20), que definen la cuantificación de la forma y composición del cuerpo humano por medio de tres números que representan: la endomorfia (adiposidad relativa), la mesomorfia (robustez relativa del músculo esquelético) y la ectomorfia (linealidad relativa o esbeltez de un cuerpo).

## BALANCE POSTURAL ESTÁTICO

Para determinar el balance estático se utilizó la técnica de la posturografía. Las mediciones del control postural fueron realizadas con una plataforma de fuerza (Artificio Ltda., Santiago, Chile), tamaño 40 × 40 cm. Los datos fueron adquiridos con una tasa de muestreo de 40 Hz. Para el cálculo de las variables del CP se utilizó el software Igor Pro versión 5.01 (WaveMetrics Inc., Oregon, USA). La medición del control postural se realizó en situación de ojos abiertos (OA) y ojos cerrados (OC), cada una de

ellas con una duración de 30 segundos. Los participantes fueron instruidos para mantener la posición bípeda lo más quieta posible, con los brazos relajados al costado del tronco y con los pies con una separación similar al ancho de los hombros. Para esta evaluación los niños debían estar descalzos. En cada condición, se realizaron tres intentos y se promediaron para la obtención de las variables del CP. A partir de la excursión del CP se obtuvieron los siguientes subindicadores: área (m<sup>2</sup>), velocidad media (m/s), velocidad en dirección ML (m/s) y velocidad en dirección AP (m/s). Un mayor valor de estas variables representa un peor balance postural (5).

### BALANCE POSTURAL DINÁMICO

El balance dinámico se evaluó con la prueba Y-Balance Test en tres direcciones: anterior, PM y PL. La posición inicial fue con el participante de pie con las manos en la cintura y se instruyó a realizar el mayor alcance posible con la extremidad inferior. Se evaluó la extremidad dominante, que en el caso de esta prueba es la que soporta el peso corporal durante el alcance (21). La evaluación se consideró válida cuando el niño no despegó el pie de apoyo del suelo y logró volver con la extremidad a la posición inicial. Para cada dirección se realizaron tres intentos y se registró el mejor (22). Las distancias alcanzadas fueron medidas con una cinta métrica en cm (Sanny®, Brasil, precisión 0,1 mm) y se normalizaron con la longitud del segmento (distancia entre la espina iliaca anterosuperior y el borde inferior del maléolo medial de tobillo) para expresar el resultado en porcentaje (23).

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados con el software estadístico SPSS 23.0 (SPSS 23.0 para Windows, SPSS Inc., IL, Estados Unidos). Se calcularon el promedio y la desviación estándar para describir las características de la muestra, el perfil antropométrico (medidas antropométricas, composición corporal y somatotipo) y el balance postural (estático y dinámico). Además, para todas las variables se aplicó una prueba t para muestras independientes entre sexo masculino y femenino con el propósito de determinar posibles diferencias relativas al sexo. Se aplicó el test de Shapiro-Wilk para evaluar la distribución de los datos y posteriormente se utilizó la prueba de correlación de Pearson para identificar la relación entre las variables del perfil antropométrico y el balance postural. Un coeficiente de correlación r de 0 a 0,4 se consideró una relación débil, un coeficiente de 0,4 a 0,7 se consideró una relación moderada y un coeficiente de 0,7 a 1,0 se consideró una relación fuerte. El nivel de significación para todas las pruebas estadísticas fue de < 0,05.

### RESULTADOS

Los escolares evaluados presentaron un promedio para la edad de 7,79 años, peso corporal de 34,15 kg, estatura bípeda de 1,30 m y un IMC de 19,79 kg/m<sup>2</sup>. Las medidas antropométricas evaluadas se presentan en la tabla I. En cuanto a la composición corporal, la muestra obtuvo un 35,68% de masa adiposa y un 34,29% de masa muscular. Respecto al somatotipo, los participantes alcanzaron una media de 5,49 para la endomorfía,

**Tabla I. Medidas antropométricas, composición corporal y somatotipo de la muestra**

	Mujeres (n = 70)	Hombres (n = 88)	Total (n = 158)
Edad (años)	7,64 (7,20-8,08)	7,91 (7,53-8,29)	7,79 (7,51-8,07)
Masa corporal (kg)	33,91 (29,91-37,91)	34,34 (31,01-37,68)	34,15 (31,65-36,64)
Estatura bípeda (cm)	129,85 (126,07-133,62)	130,60 (127,37-133,84)	130,27 (127,88-132,66)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	19,80 (18,21-21,38)	18,79 (18,60-20,98)	19,79 (18,85-20,73)
PC (cm)	63,07 (59,63-66,51)	64,64 (61,76-67,52)	63,94 (61,78-66,10)
ICC	0,83 (0,81-0,85)	0,88 (0,86-0,89)	0,85 (0,84-0,87)
Sumatoria de pliegues (mm)	100,85 (88,24-113,46)	97,52 (84,64-110,41)	99,01 (90,16-107,85)
Masa adiposa (%)	36,19 (34,28-38,09)	35,27 (33,33-37,21)	35,68 (34,34-37,02)
Masa muscular (%)	34,40 (32,75-36,06)	34,21 (32,79-35,62)	34,29 (33,25-35,34)
Masa residual (%)	10,95 (10,55-11,34)	11,63 (11,27-11,99)	11,33 (11,05-11,60)
Masa ósea (%)	11,67 (11,30-12,05)	11,67 (11,30-12,05)	11,94 (11,63-12,24)
Masa cutánea (%)	6,77 (6,34-7,19)	6,73 (6,37-7,08)	6,74 (6,48-7,01)
Endomorfía	5,78 (5,16-6,40)	5,26 (4,68-5,83)	5,49 (5,07-5,90)
Mesomorfía	4,97 (4,43-5,51)	5,31 (4,91-5,73)	5,16 (4,84-5,48)
Ectomorfía	1,58 (1,06-2,10)	1,43 (1,02-1,84)	1,50 (1,18-1,81)

IMC: índice de masa corporal; PC: perímetro de cintura; ICC: índice cintura cadera.

5,16 de mesomorfía y 1,50 de ectomorfía, que los clasifica como endo-mesomorfos. No se observaron diferencias significativas entre niños y niñas al comparar las medidas antropométricas, la composición corporal y los componentes del somatotipo. Los resultados para las pruebas de balance estático y dinámico se exhiben en la tabla II.

### BALANCE POSTURAL ESTÁTICO

El análisis de correlación indica que existe correlación estadísticamente significativa entre algunas medidas antropométricas y el balance postural estático representado por las variables del CP (Tabla III). El IMC presenta correlación positiva con la velocidad ML

**Tabla II.** Resultados para las variables de balance postural estático (centro de presión) y dinámico (Y-Balance Test)

	Mujeres (n = 70)	Hombres (n = 88)	Total (n = 158)
<b>Variables del CP</b>			
Velocidad ML OA	0,40 (0,32-0,48)	0,56 (0,38-0,74)	0,49 (0,38-0,59)
Velocidad AP OA	0,47 (0,41-0,52)	0,59 (0,50-0,68)	0,54 (0,48-0,59)
Velocidad media OA	0,24 (0,23-0,25)	0,25 (0,24-0,26)	0,25 (0,24-0,25)
Área OA	0,02 (0,01-0,02)	0,02 (0,01-0,02)	0,02 (0,01-0,02)
Velocidad ML OC	0,49 (0,33-0,64)	0,51 (0,42-0,59)	0,50 (0,42-0,58)
Velocidad AP OC	0,75 (0,57-0,92)	0,82 (0,60-1,04)	0,79 (0,65-0,93)
Velocidad media OC	0,26 (0,24-0,27)	0,26 (0,25-0,27)	0,26 (0,25-0,27)
Área OC	0,02 (0,01-0,02)	0,02 (0,01-0,02)	0,02 (0,01-0,02)
<b>Direcciones Y-Balance Test</b>			
Anterior (%)	59,49 (56,13-62,84)	61,52 (58,75-64,29)	60,44 (57,86-63,02)
PM (%)	75,49 (71,84-79,14)	80,12 (76,20-84,04)	78,95 (75,84-82,05)
PL (%)	61,06 (58,83-65,30)	65,97 (62,06-69,88)	63,79 (60,93-66,65)

CP: centro de presión; ML: medio-lateral; AP: antero-posterior; OA: ojos abiertos; OC: ojos cerrados; PM: posteromedial; PL: posterolateral.

**Tabla III.** Valores r del análisis de correlación entre el perfil antropométrico y el balance postural estático (variables del CP)

	Velocidad ML		Velocidad AP		Velocidad media		Área	
	OA	OC	OA	OC	OA	OC	OA	OC
Masa corporal (kg)	0,288*	0,405 <sup>†</sup>	0,252*	0,407 <sup>†</sup>	0,366 <sup>†</sup>	0,307*	0,191	0,145
Estatura (cm)	0,265*	0,389 <sup>†</sup>	0,194	0,021	0,269*	0,143	0,128	0,087
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	0,277*	0,447 <sup>†</sup>	0,079	0,254*	0,469 <sup>†</sup>	0,464 <sup>†</sup>	0,206	0,154
PC (cm)	0,245	0,341 <sup>†</sup>	0,210	0,021	0,427 <sup>†</sup>	0,429 <sup>†</sup>	0,171	0,125
ICC	0,272	0,154	0,205	0,122	0,204	0,031	0,068	0,054
Suma de pliegues (mm)	0,307*	0,440 <sup>†</sup>	0,251*	0,028	0,372 <sup>†</sup>	0,286*	0,242	0,97
Masa adiposa (%)	0,192	0,498 <sup>†</sup>	0,149	0,001	0,037	0,421*	0,174	0,154
Masa muscular (%)	-0,123	-0,042	-0,039	-0,010	-0,053	-0,102	-0,097	-0,070
Masa residual (%)	0,258	0,218	0,213	0,055	0,302	0,014	0,206	0,145
Masa ósea (%)	0,084	0,178	0,135	-0,038	0,194	0,213	0,067	0,174
Masa cutánea (%)	0,313*	0,372 <sup>†</sup>	0,223	0,035	0,373*	0,327 <sup>†</sup>	0,208	0,153
Endomorfía	0,400 <sup>†</sup>	0,477 <sup>†</sup>	0,167	0,266*	0,462 <sup>†</sup>	0,429 <sup>†</sup>	0,210	0,168
Mesomorfía	-0,169	-0,121	-0,131	-0,121	-0,164	-0,281	-0,081	-0,016
Ectomorfía	0,198	0,187	0,145	0,027	0,265*	0,315*	0,150	0,103

OA: ojos abiertos; OC: ojos cerrados; IMC: índice de masa corporal; PC: perímetro de cintura; ICC: índice cintura cadera. \*Valor p < 0,05; <sup>†</sup>Valor p < 0,01.

OA ( $r = 0,277$ ;  $p = 0,028$ ) y OC ( $r = 0,447$ ;  $p = 0,003$ ), velocidad AP OC ( $r = 0,254$ ;  $p = 0,044$ ) y velocidad media OA ( $r = 0,469$ ;  $p = 0,003$ ) y OC ( $r = 0,464$ ;  $p = 0,003$ ). El PC mostró correlación positiva con la velocidad ML OC ( $r = 0,341$ ;  $p = 0,006$ ) y con la velocidad media en OA ( $r = 0,427$ ;  $p = 0,009$ ) y OC ( $r = 0,429$ ;  $p = 0,009$ ). La suma de pliegues cutáneos presentó correlación positiva con la velocidad ML OA ( $r = 0,307$ ;  $p = 0,014$ ) y OC ( $r = 0,440$ ;  $p = 0,008$ ), velocidad AP OA ( $r = 0,251$ ;  $p = 0,048$ ) y velocidad media OA ( $r = 0,372$ ;  $p = 0,003$ ) y OC ( $r = 0,286$ ;  $p = 0,023$ ).

En cuanto a la composición corporal, se observaron correlaciones (positivas) estadísticamente significativas entre el porcentaje de masa adiposa y la velocidad ML OC ( $r = 0,498$ ;  $p = 0,001$ ) y velocidad media OC ( $r = 0,421$ ;  $p = 0,041$ ). La masa cutánea presentó correlaciones positivas con la velocidad ML OA ( $r = 0,313$ ;  $p = 0,029$ ) y OC ( $r = 0,372$ ;  $p = 0,003$ ) y con la velocidad media OA ( $r = 0,373$ ;  $p = 0,013$ ) y OC ( $r = 0,327$ ;  $p = 0,003$ ). Las masas muscular, residual y ósea no presentaron correlaciones significativas con las variables del CP.

Para el somatotipo, hubo correlaciones positivas entre la endomorfía y la velocidad ML OA ( $r = 0,400$ ;  $p = 0,004$ ) y OC ( $r = 0,427$ ;  $p = 0,004$ ), velocidad AP OC ( $r = 0,226$ ;  $p = 0,028$ ) y velocidad media OA ( $r = 0,462$ ;  $p = 0,002$ ) y OC ( $r = 0,429$ ;  $p = 0,009$ ). El componente de mesomorfía no presentó correlaciones estadísticamente significativas con las variables del CP, mientras que la ectomorfía manifestó correlaciones positivas con la velo-

cidad media en OA ( $r = 0,265$ ;  $p = 0,036$ ) y OC ( $r = 0,315$ ;  $p = 0,012$ ).

## BALANCE POSTURAL DINÁMICO

En cuanto al balance dinámico, se observaron correlaciones (negativas) estadísticamente significativas entre el IMC y el alcance del Y-Balance Test en dirección anterior ( $r = -0,453$ ;  $p = 0,001$ ), PM ( $r = -0,445$ ;  $p = 0,004$ ) y PL ( $r = -0,381$ ;  $p = 0,025$ ). El PC también presentó correlaciones negativas con las direcciones anterior ( $r = -0,383$ ;  $p = 0,002$ ), PM ( $r = -0,372$ ;  $p = 0,009$ ) y PL ( $r = -0,313$ ;  $p = 0,012$ ), mientras que el ICC presentó correlación solo con la dirección PM ( $r = -0,275$ ;  $p = 0,029$ ). La suma de pliegues presentó correlación negativa con las tres direcciones evaluadas: anterior ( $r = -0,382$ ;  $p = 0,018$ ), PM ( $r = -0,431$ ;  $p = 0,005$ ) y PL ( $r = -0,322$ ;  $p = 0,002$ ).

En relación con la composición corporal, se observaron correlaciones negativas entre el porcentaje de masa adiposa y el rendimiento del Y-Balance Test en las direcciones anterior ( $r = -0,299$ ;  $p = 0,017$ ), PM ( $r = 0,460$ ;  $p = 0,004$ ) y PL ( $r = -0,342$ ;  $p = 0,041$ ). La masa ósea correlacionó de manera positiva con el alcance en las direcciones anterior ( $r = 0,400$ ;  $p = 0,001$ ), PM ( $r = 0,384$ ;  $p = 0,002$ ) y PL ( $r = 0,315$ ;  $p = 0,041$ ). Por su parte, la masa cutánea presentó correlaciones negativas con las direcciones anterior ( $r = -0,411$ ;  $p = 0,002$ ), PM ( $r = -0,405$ ;  $p = 0,003$ ) y PL ( $r = -0,313$ ;  $p = 0,012$ ). Para la masa muscular y residual no se observaron correlaciones estadísticamente significativas.

Con respecto al somatotipo, se observaron correlaciones negativas entre el componente endomórfico y las tres direcciones evaluadas: anterior ( $r = -0,428$ ;  $p = 0,009$ ), PM ( $r = -0,484$ ;  $p = 0,002$ ) y PL ( $r = -0,467$ ;  $p = 0,010$ ). La mesomorfía y ectomorfía no manifestaron correlación con el balance dinámico.

**Tabla IV. Valores r del análisis de correlación entre el perfil antropométrico y el balance postural dinámico (rendimiento Y-Balance Test)**

	Y-Balance Test		
	Anterior	PM	PL
Masa corporal (kg)	-0,416 <sup>†</sup>	-0,450 <sup>†</sup>	-0,269 <sup>*</sup>
Estatura (cm)	-0,402 <sup>†</sup>	-0,453 <sup>†</sup>	-0,131
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	-0,453 <sup>†</sup>	-0,445 <sup>†</sup>	-0,381 <sup>*</sup>
PC (cm)	-0,383 <sup>†</sup>	-0,372 <sup>†</sup>	-0,313 <sup>*</sup>
ICC	0,121	0,275 <sup>*</sup>	0,047
Suma de pliegues (mm)	-0,382 <sup>*</sup>	-0,431 <sup>†</sup>	-0,322 <sup>†</sup>
Masa adiposa (%)	-0,299 <sup>*</sup>	-0,460 <sup>†</sup>	-0,342 <sup>*</sup>
Masa muscular (%)	-0,074	0,002	-0,001
Masa residual (%)	0,229	0,220	0,208
Masa ósea (%)	0,400 <sup>†</sup>	0,384 <sup>†</sup>	0,315 <sup>*</sup>
Masa cutánea (%)	-0,411 <sup>†</sup>	-0,405 <sup>†</sup>	-0,313 <sup>*</sup>
Endomorfía	-0,428 <sup>†</sup>	-0,484 <sup>†</sup>	-0,467 <sup>†</sup>
Mesomorfía	0,110	0,174	0,170
Ectomorfía	0,176	0,244	0,287

PM: posteromedial; PL: posterolateral; IMC: índice de masa corporal; PC: perímetro de cintura; ICC: índice cintura cadera. \*Valor  $p < 0,05$ ; <sup>†</sup>Valor  $p < 0,01$ .

## DISCUSIÓN

Los principales hallazgos de nuestra investigación señalan que en escolares situados entre los seis y los nueve años existen relaciones positivas moderadas, principalmente entre la velocidad (media y ML) del CP en condición de OC y las variables antropométricas relacionadas con adiposidad (IMC, PC, suma de pliegues, masa adiposa y endomorfía). Es decir, a mayor valor de estas variables antropométricas, peor balance postural estático. Respecto al balance postural dinámico, se observaron correlaciones negativas moderadas entre el rendimiento del Y-Balance Test y la masa corporal, estatura bípeda, IMC, suma de pliegues cutáneos, masa adiposa, masa cutánea y endomorfía. Según nuestro conocimiento, este correspondería al primer estudio que relaciona, conjuntamente, el perfil antropométrico con el balance postural estático y dinámico en niños de seis a nueve años.

Estudios anteriores han reportado correlaciones entre el aumento del IMC y el deterioro del balance postural en niños (6,16,24). Guzmán y cols. encontraron una fuerte correlación entre el aumento de la velocidad AP OC y el aumento del IMC,

mientras que en las variables velocidad AP OA, velocidad media OC y velocidad ML OC mostraron una relación de nivel moderada con el IMC. Si bien nuestros resultados no exhibieron correlaciones de carácter fuerte, se observaron correlaciones moderadas con las variables velocidad ML OC y velocidad media en OA y OC. Por su parte, el equilibrio postural dinámico medido a través de la prueba de destreza motora Bruininks-Oseretsky ha reportado correlaciones moderadas (16). En nuestro estudio, el balance dinámico se midió a través del Y-Balance Test y también encontramos correlaciones moderadas entre el incremento del IMC y un bajo rendimiento en la prueba. Estas correlaciones observadas entre el IMC y el balance postural estático y dinámico serían coincidentes con los resultados señalados por otros estudios que indican que el exceso de peso (sobrepeso y obesidad) provocaría un deterioro del balance postural en población infantil (7,9,25,26).

Las correlaciones observadas en la presente investigación indican que frente a condiciones más demandantes del control postural (posiciones estáticas con los OC o desplazamiento del COM durante el alcance del miembro inferior), los sujetos con características antropométricas de acumulación de adiposidad (IMC, PC, suma de pliegues, masa adiposa) y perfil antropométrico endomorfo presentan un peor control postural. Posiblemente, esta relación no fue observada en la condición OA (posición menos demandante para el control postural) ya que los niños con un perfil antropométrico endomórfico presentan una menor movilidad (27) y, por lo tanto, una menor probabilidad de pérdida del balance en condiciones estáticas. Además, se ha observado que estos niños muestran pobres competencias motoras en comparación a los niños más delgados. Similares resultados han sido reportados en jóvenes entre diez y 19 años (16). Estos hallazgos sugieren que algún aspecto del balance postural estático y, especialmente, el dinámico son menos eficientes en niños con alta adiposidad corporal. Chivers y cols. plantean que los niños con sobrepeso y obesidad presentan un pobre rendimiento motor debido a los cambios morfológicos que sufren por el aumento de peso corporal, principalmente la adiposidad central (28). Estos cambios provocarían una restricción biomecánica del movimiento que dificultaría la ejecución de actividades que involucren cambios de posición del centro de masa, por ejemplo, en las pruebas del Y-Balance Test. Un estudio reciente señala que la adiposidad afectaría el desempeño en la realización de habilidades motoras gruesas y no en tareas de motricidad fina (no involucran cambios importantes del centro de masa), lo cual respaldaría la hipótesis de restricción morfológica (24). Asimismo, se cree que la falla en el control de la estabilidad postural puede ser resultado de la incapacidad de realizar movimientos rápidos y coordinados entre múltiples articulaciones (29). La acumulación de tejido graso en las proximidades de las articulaciones aumentaría la inercia de los segmentos del cuerpo, afectando el *stiffness* articular y limitando el rango de movimiento (29). Como resultado, las personas con exceso de peso pueden tener una menor coordinación y, en consecuencia, mayor dificultad para mantener el balance dinámico.

En relación con el somatotipo, se pudo observar que, a mayor componente endomórfico exhibido por los niños evaluados, peor fue el rendimiento en las pruebas de balance estático y dinámico. Por su parte, la cantidad de componente mesomór-

fo no influyó en los resultados de las mediciones del balance postural. Esto se complementa con la nula relación observada entre el porcentaje de masa muscular y las pruebas de balance postural. Previamente, se había reportado que los niños con predominancia del componente endomórfico presentan un pobre control postural en comparación con los niños con mayor mesomorfía (30). Los resultados de nuestro estudio sugieren que la masa grasa tendría un rol más influyente que la masa muscular sobre el balance postural en niños que inician su etapa escolar. Respecto a la ectomorfía, observamos que un mayor valor de este componente se relacionó con aumento de las oscilaciones posturales en la prueba de balance estático, lo cual se puede explicar por una mayor relación estatura bípeda/peso corporal. Esto provocaría un ascenso del centro de masa y, por consiguiente, una mayor dificultad para mantener el balance postural (27,31).

## CONCLUSIONES

Las variables antropométricas evaluadas se encuentran relacionadas con el balance postural estático y dinámico en niños de seis a nueve años, siendo las medidas de peso corporal, IMC, masa adiposa, PC y sumatoria de pliegues cutáneos las que ostentan mayor significancia estadística. En este contexto, los niños con mayor adiposidad y/o predominancia del componente endomórfico consiguen un rendimiento más bajo en las pruebas de balance postural estático y, principalmente, dinámico. Estos antecedentes sugieren que sería posible predecir el balance postural en niños basándose en las medidas antropométricas relacionadas, principalmente, con la adiposidad.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el fondo interno de investigación año 2017 (código 0000030015) de la Vicerrectoría de Investigación y Posgrado de la Universidad Santo Tomás, Chile.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing* 2006;35:7-11.
2. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. What is balance? *Clin Rehabil* 2000;14(4):402-6.
3. Tecklin JS. *Pediatric physical therapy*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
4. Verbecque E, Vereeck L, Hallemans A. Postural sway in children: a literature review. *Gait Posture* 2016;49:402-10.
5. Duarte M, Freitas SMSF. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Rev Bras Fisioter* 2010;14(3):183-92.
6. Guzmán-Muñoz E, Valdés-Badilla P, Concha-Cisternas Y, Méndez-Rebolledo G, Sazo-Rodríguez S. Influencia del estado nutricional sobre el equilibrio postural en niños: un estudio piloto. *Rev Esp Nutr Hum Diet* 2017;21(1):49-54.
7. D'Hondt E, Deforche B, De Bourdeaudhuij I, Gentier I, Tanghe A, Shultz S, et al. Postural balance under normal and altered sensory conditions in normal-weight and overweight children. *Clin Biomech* 2011;26(1):84-9.

8. Neves JCD, Souza AKV, Fujisawa DS. Postural control and physical activity in eutrophic, overweight and obese children. *Rev Bras Med Esporte* 2017;23(3):241-5.
9. Guzmán-Muñoz E, Sazo-Rodríguez S, Valdés-Badilla P, Méndez-Rebolledo G, Concha-Cisternas Y, Castillo-Retamal M. Valoración del control postural en niños con sobrepeso y obesidad. *Nutr Clin Diet Hosp* 2017;37(3):83-8.
10. Guzmán-Muñoz E, Gutiérrez-Navarro L, Miranda-Díaz S. Postural control in children, adolescents and adults with Down syndrome. *Rev Med Int Sindr Down* 2017;21(1):12-6.
11. Gatica VF, Velásquez SI, Méndez GA, Guzmán EE, Manterola CG. Differences in standing balance in patients with cerebral palsy and typically developing children. *Biomedica* 2014;34(1):102-9.
12. Barati AH, Bagheri A, Azimi R, Darchini MA, Nik HN. Comparison balance and footprint parameters in normal and overweight children. *Int J Prev Med* 2013;4(Suppl 1):S92.
13. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the star excursion balance test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *J Athl Train* 2012;47(3):339-57.
14. Linek P, Sikora D, Wolny T, Saulicz E. Reliability and number of trials of Y Balance Test in adolescent athletes. *Musculoskelet Sci Prac* 2017; 31:72-5.
15. Walaszek R, Chwala W, Walaszek K, Burdacki M, Blaszczyk J. Evaluation of the accuracy of the postural stability measurement with the Y-Balance Test based on the levels of the biomechanical parameters. *Acta Bioeng Biomech* 2017;19(2):121-8.
16. Goulding A, Jones IE, Taylor RW, Piggott JM, Taylor D. Dynamic and static tests of balance and postural sway in boys: effects of previous wrist bone fractures and high adiposity. *Gait Posture* 2003;17(2):136-41.
17. Butz SM, Sweeney JK, Roberts PL, Rauh MJ. Relationships among age, gender, anthropometric characteristics, and dynamic balance in children 5 to 12 years old. *Pediatr Phys Ther* 2015;27(2):126-33.
18. Marfell-Jones MJ, Stewart A, De Ridder J. International standards for anthropometric assessment. Lower Hutt, New Zealand: International Society for the Advancement of Kinanthropometry; 2012.
19. Kerr DA. An anthropometric method for fractionation of skin, adipose, bone, muscle and residual tissue masses in males and females age 6 to 77 years. Theses (School of Kinesiology), Simon Fraser University; 1988.
20. Heath BH, Carter JE. A modified somatotype method. *Am J Phys Anthropol* 1967;27(1):57-74.
21. Stiffler MR, Sanfilippo JL, Brooks MA, Heiderscheid BC. Star Excursion Balance Test performance varies by sport in healthy Division I collegiate athletes. *J Orthop Sports Phys Ther* 2015;45(10):772-80.
22. Robinson RH, Gribble PA. Support for a reduction in the number of trials needed for the Star Excursion Balance Test. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89(2):364-70.
23. Gribble PA, Kelly SE, Refshauge KM, Hiller CE. Interrater reliability of the Star Excursion Balance Test. *J Athl Train* 2013;48(5):621-6.
24. Kakebeke TH, Lanzi S, Zysset AE, Arhab A, Messerli-Bürgy N, Stuelb K, et al. Association between body composition and motor performance in preschool children. *Obes Facts* 2017;10(5):420-31.
25. McGraw B, McClenaghan BA, Williams HG, Dickerson J, Ward DS. Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81(4):484-9.
26. Deforche BI, Hills AP, Worringham CJ, Davies PSW, Murphy AJ, Bouckaert JJ, et al. Balance and postural skills in normal-weight and overweight prepubertal boys. *Int J Pediatr Obes* 2009;4(3):175-82.
27. Allard P, Nault ML, Hinse S, LeBlanc R, Labelle H. Relationship between morphologic somatotypes and standing posture equilibrium. *Ann Hum Biol* 2001;28(6):624-33.
28. Chivers P, Larkin D, Rose E, Beilin L, Hands B. Low motor performance scores among overweight children: poor coordination or morphological constraints? *Hum Mov Sci* 2013;32(5):1127-37.
29. Blaszczyk JW, Cieslinska-Swider J, Plewa M, Zahorska-Markiewicz B, Markiewicz A. Effects of excessive body weight on postural control. *J Biomech* 2009;42(9):1295-300.
30. Lee AJY, Lin WH. The influence of gender and somatotype on single-leg upright standing postural stability in children. *J Appl Biomech* 2007;23(3):173-9.
31. Farenc I, Rougier P, Berger L. The influence of gender and body characteristics on upright stance. *Ann Hum Biol* 2003;30(3):279-94.