

## **Valoración del control postural en niños con sobrepeso y obesidad**

### **Assessment of postural control in children with overweight and obesity**

Guzmán Muñoz, Eduardo Enrique<sup>1,2</sup>; Sazo Rodríguez, Sergio Valentín<sup>1</sup>; Valdés Badilla, Pablo<sup>2,3</sup>; Méndez Rebolledo, Guillermo<sup>1</sup>; Concha Cisternas, Yeny Fabiola<sup>4</sup>; Castillo Retamal, Marcelo Eduardo<sup>2</sup>

1 Universidad Santo Tomás, Chile.

2 Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.

3 Universidad Autónoma de Chile, Chile.

4 Universidad Tecnológica de Chile INACAP, Chile.

Recibido: 1/marzo/2017. Aceptado: 22/agosto/2017.

#### **RESUMEN**

**Introducción:** A medida que la incidencia y la gravedad del sobrepeso y la obesidad siguen aumentando en niños, la determinación de los efectos fisiológicos y consecuencias funcionales de esta epidemia, se hacen cada vez más importantes. Estas últimas, han sido las menos estudiadas, subestimándose su impacto sobre el desempeño funcional en el sistema escolar y la participación social.

**Objetivo:** Analizar el control postural en niños con sobrepeso y obesidad.

**Material y método:** Se desarrolló un estudio ex post facto en tres escuelas públicas de la comuna de Talca, Chile. La muestra fue seleccionada bajo un criterio probabilístico (estratificado). La muestra incluyó 186 escolares (95 hombres y 91 mujeres), situados entre los 6 y 9 años de edad de Talca, Chile. Se midió el peso y la talla. El equilibrio se midió con los ojos abiertos (OA) y ojos cerrados (OC) sobre una plataforma de fuerza. Se obtuvieron las siguientes variables del centro de presión: área, velocidad media, velocidad mediolateral (ML) y velocidad anteroposterior (AP).

**Resultados:** Se observaron diferencias estadísticamente significativas en velocidad media OA ( $p = 0,012$ ), velocidad ML OA ( $p = 0,015$ ), velocidad AP OA ( $p = 0,015$ ), velocidad ML OC ( $p = 0,026$ ) y velocidad AP OC ( $p < 0,001$ ). En varones las diferencias fueron más evidentes que en mujeres.

**Conclusiones:** Los resultados de este estudio demuestran que existe un déficit del control postural en escolares entre 6 a 9 años de edad, siendo más evidentes en varones y durante la condición de OC.

#### **PALABRAS CLAVES**

Sobrepeso; obesidad; control postural; niños.

#### **ABSTRACT**

**Introduction:** As the incidence and severity of overweight and obesity in children continue to rise, determining the physiological effects and functional consequences of this epidemic are becoming increasingly important. The latter have been the least studied, underestimating its impact on functional performance in the school system and social participation.

**Objective:** To analyze the postural control in children with overweight and obesity.

**Material and methods:** ex post facto study was conducted in three public schools in the community of Talca, Chile. The sample was selected under a probabilistic approach (stratified). The sample included 186 students (95 men and

**Correspondencia:**  
Eduardo Enrique Guzmán Muñoz  
eguzmanm@santotomas.cl

91 women), ranging between 6 and 9 years old Talca, Chile. Weight and height were measured. The postural control was measured with eyes open (EO) and eyes closed (EC) on a force platform. The following variables were obtained pressure center: area, mean velocity, velocity mediolateral (ML) and velocity anteroposterior (AP).

**Results:** Statistically significant differences were observed in mean velocity OA ( $p = 0.012$ ), velocity ML OA ( $p = 0.015$ ), velocity AP OA ( $p = 0.015$ ), velocity ML OC ( $p = 0.026$ ) and velocity AP OC ( $p < 0.001$ ). In men, the differences were more evident than in women.

**Conclusions:** The results of this study show that there is a deficit of postural control in children between 6 to 9 years of age, being more evident in men and EC condition.

## KEYWORDS

Overweight; obesity; balance; children.

## ABREVIATURAS

IMC: Índice de masa corporal.

SNC: Sistema nervioso central.

CP: Centro de presión.

ML: Medio-lateral.

AP: Antero-posterior.

OA: Ojos abiertos.

OC: Ojos cerrados.

ISAK: Sociedad Internacional para Avances de la Cineantropometría.

## INTRODUCCIÓN

La obesidad infantil se está convirtiendo en una epidemia global del siglo XXI, actualmente se estima que en todo el mundo, 1 de cada 10 niños, son obesos<sup>1</sup>. En el mismo contexto, países como Estados Unidos y España han reportado aumentos sustanciales del sobrepeso y obesidad, llegando a triplicar su prevalencia en los últimos 20 años<sup>2,3</sup>. A medida que la incidencia y la gravedad del sobrepeso y la obesidad siguen aumentando en niños, la determinación de los efectos fisiológicos y consecuencias funcionales de esta epidemia, se hacen cada vez más importantes. La obesidad puede tener influencias negativas en múltiples actividades motoras, incluyendo el control postural, la estabilidad y la locomoción, aumentando la predisposición a lesiones y el riesgo de caídas<sup>4</sup>. Del mismo modo, el sobrepeso y obesidad parecen ser un factor que participa en la reducción de la eficiencia cuando se realiza un gesto motor en postura bípeda, presumiblemente, a causa de las restricciones del control postural provocada por el exceso de peso<sup>5</sup>. Al respecto, se ha demostrado que, en ni-

ños, existe correlación entre el aumento del IMC y el deterioro del control postural<sup>6</sup>.

El control postural se considera una habilidad motora compleja derivada de la interacción de múltiples procesos sensoriomotores con el fin de controlar el cuerpo en el espacio<sup>7</sup>. Esto incluye, una interacción entre el sistema sensorial (visual, vestibular y somatosensorial), el sistema nervioso central (SNC) y el sistema motor<sup>7</sup>. Como un factor inherente del movimiento, el adecuado control postural es crucial para el desarrollo motor en general, así como para el buen desempeño de las actividades funcionales de la vida diaria. El método universalmente aceptado para evaluar el control postural corresponde al desplazamiento del centro de presión (CP) utilizando una plataforma de fuerza que cuantifica las oscilaciones posturales<sup>8</sup>. A partir del CP, se pueden obtener variables como área, velocidad media y los componentes de desplazamiento medio-lateral (ML) y antero-posterior (AP)<sup>8</sup>. Los reportes señalan que existe una disminución de la estabilidad postural en niños con sobrepeso y obesidad durante una postura estática<sup>9</sup>, principalmente en varones y en ausencia de input visual<sup>6</sup>. A pesar de estos resultados, la evidencia encontrada sobre las diferencias del control postural según estado nutricional es limitada y controversial<sup>10</sup>.

## OBJETIVO

Analizar el control postural en niños entre 6 y 9 años de edad con sobrepeso y obesidad de la ciudad de Talca, Chile.

## MÉTODOS

Se desarrolló un estudio ex post facto en tres escuelas públicas de la comuna de Talca, Chile. La muestra fue seleccionada bajo un criterio probabilístico (estratificado). Todos los participantes fueron autorizados por sus tutores legales mediante la lectura y firma de un consentimiento informado.

### Participantes

La muestra incluyó 186 escolares (95 hombres y 91 mujeres), situados entre los 6 y 9 años de edad de la ciudad de Talca, Chile. 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 deambulaci3n.

### Procedimiento

Para realizar las evaluaciones, se utilizaron las recomendaciones de la Sociedad Internacional para Avances de la Cineantropometría (ISAK). Primero, se evaluó la estatura bí-

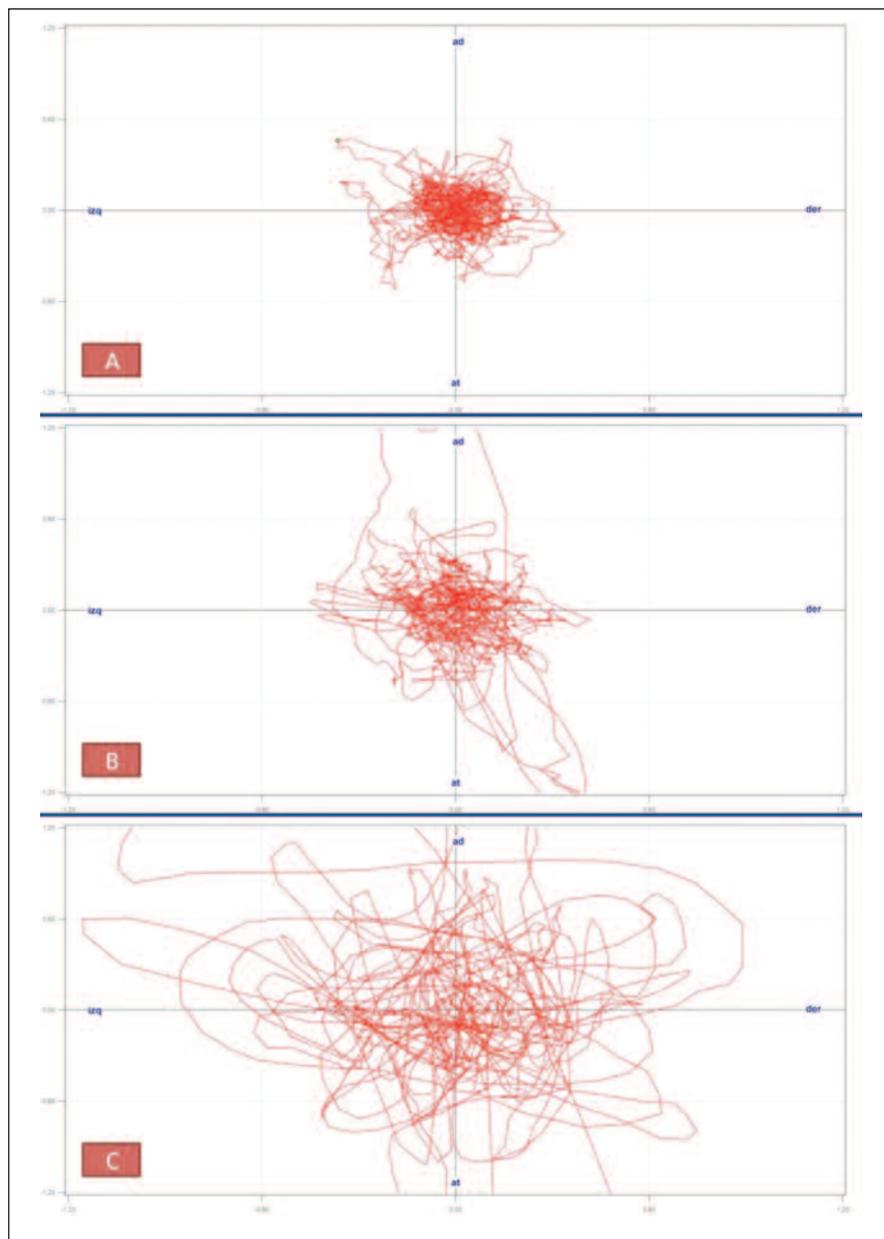
peda a través de un estadiómetro (Seca, Hamburgo, Alemania; precisión 0,1 cm), y el peso corporal con una balanza (Seca, Hamburgo, Alemania; precisión 0,1 kg). Dichas mediciones, se realizaron con los participantes descalzos y vistiendo sólo ropa interior. Posteriormente, se calculó el IMC dividiendo el peso (kg) por la altura al cuadrado ( $m^2$ ), para clasificar a los escolares de acuerdo a su estado nutricional (normopeso, sobrepeso y obeso), de acuerdo a las desviaciones estándar de la organización mundial de la salud (normal entre  $-1,0$  y  $+0,9$  DE; sobrepeso  $+1,0$  a  $+1,9$  DE y obesidad  $\geq +2,0$  DE)<sup>11</sup>.

Para medir el control postural se utilizó la técnica de la posturografía. Las mediciones del control postural fueron realizadas con una plataforma de fuerza (Artificio Ltda., Santiago, Chile), tamaño  $40 \times 40$  cm. Los datos fueron adquiridos con una tasa de muestreo de 40 Hz. Para el cálculo de las variables del centro de presión (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 en: 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 3 intentos y se promediaron para la obtención de las variables del CP. A partir de la excursión del CP (Figura 1), se obtuvieron los siguientes sub-indicadores: área ( $m^2$ ), 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 control postural.

### Análisis estadístico

Se utilizó el software estadístico GraphPadPrism Versión 6.0. La normalidad de los datos fue verificada por medio de la prueba de Shapiro-Wilk. Se utilizó una estadística descriptiva de media y desviación estándar para representar las características basales de la muestra (edad, peso, talla e IMC). Para las variables del centro de presión se utilizó la estadística descriptiva de mediana, valor mínimo y valor máximo. Se

**Figura 1.** Representación de la excursión del centro de presión en escolares normopesos (A), sobrepesos (B) y obesos (C).



realizó la prueba de Kruskal-Wallis y el post hoc de comparaciones múltiples de Dunn para comparar las categorías del estado nutricional. Para todos los análisis se utilizó un nivel de significancia de 0,05.

### RESULTADOS

La tabla 1 expone la media y desviación estándar de las características basales de los escolares normopesos, sobrepesos y obesos. En la tabla 2 y 3 se observan la mediana, el valor mínimo y el valor máximo de las variables del CP de los escolares según estado nutricional en condición de OA y OC, respectivamente.

**Tabla 1.** Características basales de la muestra (media  $\pm$  desviación estándar).

(N= 186)		Edad (años)	Peso (Kg)	Talla (m)	IMC (Kg/m <sup>2</sup> )
<b>NORMOPESOS</b>	Total (n = 55)	7,14 $\pm$ 0,91	24,68 $\pm$ 3,21	1,24 $\pm$ 0,06	15,86 $\pm$ 0,74
	Hombres (n = 28)	7,23 $\pm$ 0,89	25,46 $\pm$ 3,49	1,26 $\pm$ 0,06	15,82 $\pm$ 0,68
	Mujeres (n = 27)	7,00 $\pm$ 0,85	23,87 $\pm$ 6,74	1,23 $\pm$ 0,07	15,89 $\pm$ 2,82
<b>SOBREPESOS</b>	Total (n = 62)	7,53 $\pm$ 0,83	30,18 $\pm$ 4,01	1,28 $\pm$ 0,07	18,47 $\pm$ 0,87
	Hombres (n = 31)	7,62 $\pm$ 0,81	29,73 $\pm$ 3,85	1,27 $\pm$ 0,07	18,42 $\pm$ 0,83
	Mujeres (n = 31)	7,45 $\pm$ 0,86	30,61 $\pm$ 4,21	1,28 $\pm$ 0,07	18,52 $\pm$ 0,91
<b>OBESOS</b>	Total (n = 69)	7,32 $\pm$ 0,83	36,94 $\pm$ 5,68	1,29 $\pm$ 0,07	22,04 $\pm$ 1,74
	Hombres (n = 36)	7,35 $\pm$ 0,94	35,68 $\pm$ 6,21	1,27 $\pm$ 0,06	21,81 $\pm$ 2,02
	Mujeres (n= 33)	7,30 $\pm$ 0,70	38,37 $\pm$ 4,76	1,31 $\pm$ 0,07	22,29 $\pm$ 1,35

Kg: kilogramos; m: metros.

**Tabla 2.** Resultados comparación del control postural entre escolares normopesos, sobrepesos y obesos en condición de ojos abiertos.

		Normopesos Mediana (min-max)	Sobrepesos Mediana (min- max)	Obesos Mediana (min-max)	p value <sup>a</sup>
<b>Total</b>	Área (m <sup>2</sup> )	0,021 (0,003-0,220)	0,025 (0,007-0,095)	0,026 (0,007-0,344)	0,268
	Velocidad media (m/s)	0,248 (0,223-0,302)	0,264 (0,230-0,437)	0,267 (0,233-0,422)	0,012*
	Velocidad ML (m/s)	0,436 (0,251-0,989)	0,493 (0,270-1,724)	0,522 (0,266-1,455)	0,015*
	Velocidad AP (m/s)	0,493 (0,293-0,952)	0,558 (0,354-2,821)	0,584 (0,332-1,985)	0,015*
<b>Hombres</b>	Área (m <sup>2</sup> )	0,020 (0,004-0,220)	0,026 (0,007-0,056)	0,026 (0,007-0,231)	0,009**
	Velocidad media (m/s)	0,256 (0,228-0,295)	0,258 (0,237-0,323)	0,263 (0,233-0,344)	0,002**
	Velocidad ML (m/s)	0,449 (0,251-0,989)	0,459 (0,288-0,734)	0,483 (0,266-1,455)	0,010*
	Velocidad AP (m/s)	0,493 (0,363-0,827)	0,506 (0,354-2,706)	0,647 (0,361-1,600)	0,012*
<b>Mujeres</b>	Área (m <sup>2</sup> )	0,019 (0,003-0,050)	0,010 (0,037-0,095)	0,026 (0,010-0,344)	0,609
	Velocidad media (m/s)	0,245 (0,223-0,302)	0,273 (0,230-0,437)	0,270 (0,235-0,422)	0,285
	Velocidad ML (m/s)	0,411 (0,251-0,598)	0,641 (0,270-1,724)	0,573 (0,266-1,009)	0,379
	Velocidad AP (m/s)	0,479 (0,293-0,952)	0,630 (0,395-2,821)	0,573 (0,332-1,985)	0,092

AP:anteroposterior; ML: mediolateral. \*diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05); \*\* diferencias estadísticamente significativas (p < 0,01). <sup>a</sup>Prueba estadística de Kruskal-Wallis.

### Control postural en OA

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en las variables velocidad media (p = 0,012), velocidad ML (p = 0,015) y velocidad AP (p = 0,015) del CP al considerar el total de los niños evaluados (hombres y mujeres)

(Tabla 2). La prueba post hoc revela que en cada una estas variables las diferencias fueron entre el grupo de normopesos y sobrepesos (p = 0,038 en velocidad media; p = 0,024 en velocidad ML; p = 0,035 en velocidad AP), y entre los normopesos y obesos (p = 0,018 en velocidad media; p = 0,041 en velocidad ML; p = 0,017 en velocidad AP). Entre

**Tabla 3.** Resultados comparación del control postural entre escolares normopesos, sobrepesos y obesos en condición de ojos cerrados.

		<b>Normopesos Mediana (min-max)</b>	<b>Sobrepesos Mediana (min- max)</b>	<b>Obesos Mediana (min-max)</b>	<b>p value<sup>a</sup></b>
<b>Total</b>	Área (m <sup>2</sup> )	0,026 (0,005-0,087)	0,030 (0,006-0,097)	0,033 (0,008-0,321)	0,1181
	Velocidad media (m/s)	0,293 (0,231-0,500)	0,301 (0,231-0,577)	0,285 (0,238-0,726)	0,428
	Velocidad ML (m/s)	0,496 (0,267-0,902)	0,653 (0,257-3,531)	0,582 (0,320-4,175)	0,026*
	Velocidad AP (m/s)	0,693 (0,374-0,997)	0,897 (0,321-3,374)	0,820 (0,387-2,623)	<0,001***
<b>Hombres</b>	Área (m <sup>2</sup> )	0,026 (0,006-0,087)	0,034 (0,009-0,059)	0,030 (0,008-0,211)	0,025*
	Velocidad media (m/s)	0,279 (0,238-0,500)	0,283 (0,239-0,353)	0,300 (0,247-0,726)	0,221
	Velocidad ML (m/s)	0,542 (0,293-0,902)	0,548 (0,281-3,531)	0,561 (0,320-4,175)	0,004**
	Velocidad AP (m/s)	0,654 (0,467-0,992)	0,904 (0,508-2,993)	0,795 (0,387-2,623)	0,039*
<b>Mujeres</b>	Área (m <sup>2</sup> )	0,022 (0,005-0,085)	0,036 (0,006-0,097)	0,038 (0,011-0,321)	0,412
	Velocidad media (m/s)	0,273 (0,231-0,451)	0,319 (0,231-0,557)	0,299 (0,238-0,447)	0,544
	Velocidad ML (m/s)	0,444 (0,267-0,756)	0,808 (0,257-1,830)	0,604 (0,349-2,153)	0,7357
	Velocidad AP (m/s)	0,740 (0,374-0,997)	0,870 (0,321-3,374)	0,829 (0,442-1,526)	0,018*

OA: ojos abiertos; OC: ojos cerrados; AP:anteroposterior; ML: mediolateral. NS: no significativo.\*diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ); \*\* diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,01$ ); \*\*\*diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ). <sup>a</sup> Prueba estadística de Kruskal-Wallis.

escolares con sobrepeso y obesidad no hubo diferencias estadísticamente significativas.

En hombres, hubo diferencias estadísticamente significativas en todas las variables del CP evaluadas: área ( $p = 0,009$ ), velocidad media ( $0,002$ ), velocidad ML ( $0,010$ ) y velocidad AP ( $0,012$ ) (Tabla 2). Estas diferencias fueron principalmente entre escolares normopesos y sobrepesos ( $p = 0,008$  en área;  $p = 0,002$  en velocidad media;  $p = 0,008$  en velocidad ML;  $p = 0,009$  en velocidad AP). Entre normopesos y obesos solo hubo diferencias en la velocidad media ( $p = 0,027$ ), mientras que entre sobrepesos y obesos no se registraron diferencias significativas.

Al realizar las comparaciones en mujeres, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos según estado nutricional (Tabla 2).

### Control postural en OC

La tabla 3 exhibe diferencias estadísticamente significativas en la velocidad ML ( $p = 0,026$ ) y velocidad AP ( $p < 0,001$ ) al considerar el total de los niños evaluados (hombres y mujeres). La prueba post hoc revela que en cada una estas variables las diferencias fueron entre el grupo de normopesos y sobrepesos ( $p = 0,045$  en velocidad ML;  $p < 0,001$  en velocidad AP), y entre los normopesos y obesos ( $p = 0,049$  en velocidad ML;

$p = 0,008$  en velocidad AP). Entre escolares con sobrepeso y obesidad no hubo diferencias estadísticamente significativas.

En Hombres hubo diferencias estadísticamente significativas en las variables área ( $p = 0,025$ ), velocidad ML ( $p = 0,004$ ) y velocidad AP ( $p = 0,039$ ) (Tabla 3). La prueba de comparaciones múltiples reveló que estas diferencias se daban entre el grupo de normopesos y sobrepesos ( $p = 0,045$  en área;  $p = 0,004$  en velocidad ML;  $p = 0,039$  en velocidad AP), y entre los normopesos y obesos ( $p = 0,048$  en área;  $p = 0,037$  en velocidad ML).

Al realizar las comparaciones en mujeres se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la velocidad AP ( $p = 0,018$ ) (Tabla 3). Estas diferencias fueron entre el grupo de normopesos y sobrepesos ( $p = 0,027$ ), y entre los normopesos y obesos ( $p = 0,047$ ).

### DISCUSIÓN

El resultado principal de nuestra investigación señala que los escolares con sobrepeso y obesidad presentan una alteración del control postural. Al respecto, diversas hipótesis podrían explicar el déficit del equilibrio en personas con aumento de la masa corporal. *D'Hondt et al.* demostraron que niños con sobrepeso entre 7 a 9 años de edad tienen una mayor velocidad del CP en dirección ML, supuestamente por una alteración de la

sensibilidad plantar provocada por el exceso de grasa en la zona<sup>12</sup>. Esto generaría cambios propioceptivos a nivel plantar que alterarían el mecanismo de control postural, principalmente en las oscilaciones ML<sup>10</sup>. Resultados similares fueron observados en nuestro estudio donde la velocidad aumentó en dirección ML en los individuos sobrepesos y obesos, reflejando un déficit del control postural. Por otra parte, se cree que el exceso de grasa abdominal en personas con sobrepeso y obesidad provoca un desplazamiento anterior del CM, lo cual demandaría un mayor torque de tobillo para estabilizar el cuerpo en sentido AP<sup>13</sup>. Recientemente, se ha reportado una fuerte correlación entre el aumento del IMC y el aumento de la velocidad AP en niños, lo cual apoyaría dicha hipótesis<sup>6</sup>. Hecho que podría fundamentar el déficit en dirección AP del control postural en los niños con sobrepeso y obesidad observado en nuestro estudio.

Al comparar el control postural entre escolares sobrepesos y obesos no se observaron diferencias. Se ha señalado que los cambios antropométricos provocados por el aumento de masa corporal serían el factor principal en la pérdida del equilibrio postural tanto en dirección ML como AP<sup>9</sup>. Posiblemente, el aumento de masa corporal sobre los parámetros de normalidad sería suficiente para generar un deterioro en el control postural. Por lo tanto, la condición de sobrepeso tendría consecuencias negativas similares a la obesidad en el control postural de escolares.

En varones con sobrepeso y obesidad se observó un aumento del valor de la mayoría de las variables del CP tanto en OA como en OC, evidenciando un claro déficit del control postural en este grupo. En mujeres con sobrepeso y obesidad, la alteración del control postural no fue tan evidente, ya que solo se detectó un aumento de la velocidad AP en condición de OC. Resultados similares fueron reportados por *Guzmán-Muñoz et al.*, quienes determinaron que el estado nutricional y el género influyen en el deterioro del control postural en niños, siendo los varones con sobrepeso y obesidad los más afectados<sup>6</sup>. Se cree que la mayor hiperactividad motora observada en los varones de este grupo etario sería la causa de un retraso en la maduración del sistema vestibular, lo cual afectaría directamente el desarrollo del control postural<sup>14</sup>.

Una de las limitaciones de esta investigación podría ser la escasez de medidas antropométricas evaluadas en nuestro estudio. A pesar que el peso, talla e IMC han sido señalados como predictores de estabilidad, existen otros factores antropométricos que podrían estar influyendo en el control postural como, por ejemplo, la composición corporal<sup>9</sup>. Otra limitación sería no considerar la medición de la huella plantar para valorar los cambios estructurales que genera el exceso de peso sobre los pies y, así, asociarlo al aumento de las oscilaciones posturales en sentido ML en los escolares con sobrepeso y obesidad.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio demuestran que existe un déficit del control postural en escolares entre 6 a 9 años de

edad, siendo más evidentes en varones y durante la condición de OC. Para futuros estudios se sugiere evaluar la composición corporal e incluir la medición de otras variables que pueden afectar el control postural como, por ejemplo, el nivel de actividad física de los escolares.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aschemeier B, Kordonouri O, Danne T, Lange K. Paediatric obesity and type 2 diabetes: strategies for prevention and treatment. *Pract Diab Int.* 2008;25(9):368-75.
2. Daniels SR, Arnett DK, Eckel RH, Gidding SS, Hayman LL, Kumanyika S, et al. Overweight in children and adolescents - Pathophysiology, consequences, prevention, and treatment. *Circulation.* 2005;111(15):1999-2012.
3. Perez-Farinos N, Lopez-Sobaler AM, Dal Re MA, Villar C, Labrado E, Robledo T, et al. The ALADINO Study: A National Study of Prevalence of Overweight and Obesity in Spanish Children in 2011. *Biomed Res Int.* 2013;7.
4. King AC, Challis JH, Bartok C, Costigan FA, Newell KM. Obesity, mechanical and strength relationships to postural control in adolescence. *Gait Posture.* 2012;35(2):261-5.
5. Colne P, Frelut ML, Peres G, Thoumie P. Postural control in obese adolescents assessed by limits of stability and gait initiation. *Gait Posture.* 2008;28(1):164-9.
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):48-53.
7. 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.
8. Duarte M, Freitas SMSF. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Rev Bras Fisioter.* 2010; 14(3):183-92.
9. Meng H, O'Connor DP, Lee BC, Layne CS, Gorniak SL. Effects of adiposity on postural control and cognition. *Gait Posture.* 2016;43:31-7.
10. D'Hondt E, Deforche B, De Bourdeaudhuij I, Lenoir M. Relationship Between Motor Skill and Body Mass Index in 5-to 10-Year-Old Children. *Adapt Phys Activ Q.* 2009;26(1):21-37.
11. De Onis M, Lobstein T. Defining obesity risk status in the general childhood population: Which cut-offs should we use?. *Int J Pediatr Obes.* 2010;5(6):458-60.
12. 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 (Bristol, Avon).* 2011;26(1):84-9.
13. 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.
14. Hirabayashi S, Iwasaki Y. Developmental perspective of sensory organization on postural control. *Brain Dev.* 1995;17(2):111-3.