



Original

# Efecto residual del ejercicio de fuerza muscular en la prevención secundaria de la obesidad infantil

Fabián Vásquez<sup>1</sup>, Erik Díaz<sup>2</sup>, Lydia Lera<sup>2</sup>, Jorge Meza<sup>2</sup>, Isabel Salas<sup>2</sup>, Pamela Rojas<sup>3</sup>, Eduardo Atalah<sup>3</sup> y Raquel Burrows<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. <sup>2</sup>Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos (INTA). Universidad de Chile. <sup>3</sup>Departamento de Nutrición. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. Chile.

## Resumen

**Introducción:** La elevada prevalencia de la obesidad en escolares chilenos (23,1%), hace necesario la aplicación de intervenciones que incorporen el ejercicio físico de fuerza muscular, pues éste muestra gran eficacia en niños obesos.

**Objetivo:** Evaluar el efecto residual del ejercicio físico de fuerza muscular sobre la grasa corporal, el síndrome metabólico y la condición física en escolares obesos.

**Métodos:** La muestra incluyó 111 escolares obesos, entre 8 y 13 años, de 3 colegios de la ciudad de Santiago. La intervención temprana (n = 60) ejecutó en paralelo ejercicio físico de fuerza muscular, educación alimentaria y apoyo psicológico durante 3 meses. La intervención tardía (n = 51), incorporó los primeros 3 meses, sólo la intervención educativa y el apoyo psicológico, y el ejercicio se agregó entre los 3 y 6 meses. A los 9 meses post-intervención, se evaluó el efecto residual del ejercicio físico. La grasa corporal se determinó por ecuaciones antropométricas. El síndrome metabólico se diagnosticó por el criterio de Cook. La condición física se evaluó por la distancia recorrida en el test de seis minutos.

**Resultados:** El porcentaje grasa corporal disminuyó al final de la intervención y aumentó post-intervención, con la excepción de los hombres de la intervención temprana. La distancia recorrida se incrementó al final de la intervención, pero se redujo en la post-intervención. El síndrome metabólico, disminuyó al término de la intervención incrementando post-intervención ( $p < 0,05$ ).

**Conclusiones:** La sustentabilidad del ejercicio es fundamental para mantener los cambios, lo que se comprueba al evaluar el efecto residual del ejercicio físico sobre la grasa corporal, el síndrome metabólico y la condición física.

(Nutr Hosp. 2013;28:333-339)

DOI:10.3305/nh.2013.28.2.6159

Palabras clave: *Escolares obesos. Ejercicio físico. Fuerza muscular. Efecto residual. Síndrome metabólico. Condición física.*

**Correspondencia:** Fabián Vásquez.  
Escuela de Nutrición y Dietética.  
Facultad de Medicina. Universidad de Chile.  
Avenida Independencia, 1027.  
Santiago. Chile.  
E-mail: fvasquez@med.uchile.cl

Recibido: 11-IX-2012.  
Aceptado: 12-XI-2012.

## RESIDUAL EFFECT OF MUSCLE STRENGTH EXERCISE IN SECONDARY PREVENTION OF CHILDHOOD OBESITY

### Abstract

**Introduction:** The high prevalence of the obesity in Chilean students (23,1%), necessitates the application of interventions that incorporate muscle strength exercise, as this shows great efficacy in obese children.

**Objective:** To evaluate the residual effect of muscle strength exercise on body fat, metabolic syndrome and physical fitness in obese schoolchildren.

**Methods:** The sample included 111 obese schoolchildren, between 8 and 13 years, of 3 schools in the city of Santiago. Early intervention (n = 60) participated in parallel intervention that included muscle strength exercise, nutrition education and psychological support for 3 months. The late intervention (n = 51) incorporated the first 3 months, only the educational intervention and psychological support, and exercise was added between 3 and 6 months. At 9 months post intervention, we evaluated the residual effect of exercise. Body fat was determined by anthropometric equations. The metabolic syndrome was diagnosed by the criteria of Cook. Physical fitness was assessed by the distance walked in six minutes test.

**Results:** The body fat percentage decreased at the end of the intervention and post intervention increased with the exception of the men of early intervention. The distance traveled increased at the end of the intervention but declined in the post intervention. Metabolic syndrome, decreased at the end of the intervention increased post intervention ( $p < 0,05$ ).

**Conclusion:** The sustainability of the exercise is essential to maintain the changes, which is checked to determine the residual effect of exercise on body fat, metabolic syndrome and physical condition.

(Nutr Hosp. 2013;28:333-339)

DOI:10.3305/nh.2013.28.2.6159

Key words: *Obese schoolchildren. Strength training. Physical exercise. Residual effect. Metabolic syndrome. Physical condition.*

## Abreviaturas

IMC: Índice de Masa Corporal.

JUNAEB: Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas.

%GC: Porcentaje de Grasa Corporal.

PC: Perímetro de Cintura.

PAD: Presión Arterial Diastólica.

PAS: Presión Arterial Sistólica.

Col-HDL: Colesterol HDL.

TG: Triglicéridos.

SM: Síndrome Metabólico.

## Introducción

La obesidad resulta de la interacción multifactorial, de factores genéticos, metabólicos, conductuales y ambientales. Los estilos de vida actuales dan cuenta de un ambiente obesogénico, y los sujetos con mayor susceptibilidad genética estarían más expuestos a la obesidad y a las enfermedades asociadas. Dentro de los condicionantes ambientales, la dieta y la actividad física destacan como los principales moduladores de la expresión genética. El aumento en el consumo de energía y la disminución del gasto calórico, por sí solos o en conjunto, producen un balance energético positivo que al mantenerse en el tiempo, llevan a la obesidad<sup>1</sup>. En Chile, el aumento de la obesidad infantil se ha asociado a una alta ingesta de alimentos hipercalóricos y a la inactividad física<sup>2</sup>. Actualmente la prevalencia de obesidad en los escolares beneficiarios de JUNAEB, alcanza un 23,1%<sup>3</sup>.

Los escolares chilenos, presentan un patrón de actividad predominantemente sedentario, con más de 10 horas de actividades de bajo costo energético, asociado a una jornada escolar prolongada, y un alto número de horas frente al televisor, o computador<sup>4-8</sup>. Por otro lado, la gran mayoría de los escolares independiente del estado nutricional y sexo, se califican con "mala" resistencia aeróbica, confirmando la deficiente aptitud física de estos niños<sup>9</sup>.

El ejercicio físico dosificado (tanto aeróbico como de fuerza) produce modificaciones en la composición corporal con reducción de tejido adiposo, conservación o aumento de la masa muscular y reducción del tejido adiposo visceral e intramuscular<sup>10</sup>. Las primeras evidencias documentaron los efectos del ejercicio de alta intensidad en la grasa corporal, demostrando que los individuos que practicaban actividades físicas intensas eran más delgados que aquellos que nunca habían realizado este tipo de actividades<sup>11</sup>. Estos resultados sugieren que los ejercicios de elevada intensidad favorecen un menor depósito de grasa corporal lo cual está relacionado con un incremento del metabolismo energético post-ejercicio, mediado por una mayor estimulación  $\beta$ -adrenérgica<sup>12</sup>. Los programas de ejercicio de entrenamiento muscular, además de incrementar la fuerza y la resistencia muscular, pueden provocar otros efectos beneficiosos para la salud relacionados con cambios en la composición corporal, la capacidad cardiorrespiratoria, la densidad

mineral ósea, los niveles de lípidos sanguíneos, la sensibilidad a insulina y el bienestar psicosocial<sup>13-16</sup>.

El objetivo principal de un programa de ejercicio y salud debe estar orientado a producir una rehabilitación muscular de la capacidad de utilización de glucosa y grasas<sup>17</sup>. Tanto el ejercicio aeróbico como el ejercicio de fuerza pueden mejorar la sensibilidad a insulina, la captación de glucosa y el metabolismo de lípidos, y aún cuando el ejercicio de entrenamiento muscular tiene mayores efectos sobre estos parámetros, los beneficios a la salud logrados se debilitarían cuando este se suspende<sup>18-20</sup>. Este estudio, tiene por objetivo evaluar el efecto residual del ejercicio físico de fuerza muscular sobre la grasa corporal, el síndrome metabólico y la condición física, una vez que se suspende este ejercicio.

## Material y métodos

Se seleccionaron 111 niños obesos (IMC  $\geq$  p 95 del CDC-NCHS)<sup>21</sup> de ambos sexos, entre 8 y 13 años, en 3 establecimientos educacionales de dos comunas de la ciudad de Santiago de Chile. La selección de los establecimientos fue por conveniencia, sobre la base de la cercanía de los colegios con los lugares de medición de las variables evaluadas y la necesidad de trasladar al equipo de profesionales que realizó la intervención. Entre los criterios de inclusión destacaron, la asistencia en jornada completa al establecimiento educacional, asentimiento de los escolares y consentimiento firmado de los padres (madre, padre o cuidador). Se excluyeron a todos los niños diagnosticados por médico de trastorno psicomotor, uso de fármacos que alteraran su composición corporal, actividad física, ingesta alimentaria y/o parámetros bioquímicos y presencia de alteraciones físicas que impidieran la ejecución del programa de ejercicio.

### *Caracterización de las intervenciones*

Durante los tres primeros meses, tanto el grupo de intervención temprana (Grupo 1) (n = 60) como el de intervención tardía (Grupo 2) (n = 51), participaron de seis sesiones educativas grupales (5 a los niños y una a los padres) en nutrición y alimentación saludables y seis sesiones con psicólogo (cinco a los niños y una a los padres) para apoyar cambios de conducta en relación a sus hábitos de alimentación y actividad física. El Grupo 1 fue intervenido con ejercicio físico de fuerza muscular durante los tres primeros meses y el Grupo 2 se intervino con el mismo ejercicio en los tres meses siguientes. La intervención con ejercicio se llevó a cabo en el establecimiento educacional, por lo que cada niño debió asistir tres veces a la semana en días no consecutivos, a una sesión de 45 minutos (30 en total) por un período de tres meses. La intervención se enfocó en el entrenamiento de fuerza muscular local, mediante la realización de ejercicios que hacían llegar hasta la fatiga a 6 grupos musculares: bíceps (izquierdo y derecho), hombros (izquierdo y derecho),

pectoral (izquierdo y derecho), abdominales, gemelos (izquierdo y derecho) y muslo (izquierdo y derecho). Para este fin se utilizaron mancuernas (brazos) y el peso corporal (piernas). El objetivo de este entrenamiento fue lograr la recuperación de la funcionalidad muscular, tanto en capacidad funcional como en trabajo<sup>22-24</sup>. El circuito de trabajo empleado fue el método que ha sido denominado “1, 2, 3”, que consiste en 1 minuto de ejercicio conducente a la fatiga de un grupo muscular aislado, con 2 minutos de descanso, repetidos en 3 ocasiones<sup>23</sup>.

### *Mediciones antropométricas*

El peso en kilos y la talla en centímetros, se evaluaron temprano en la mañana, en una balanza electrónica de precisión (SECA®) con cartabón incluido, con una precisión de 10 gramos y 0,1 centímetros, con el escolar con un mínimo de ropa, utilizando la metodología de Frankfurt. Se midieron los 4 pliegues cutáneos (bicipital, tricípital, subescapular y supra-ilíaco), con un caliper Lange de precisión milimétrica (1 mm), con la técnica descrita por Lohman et al.; en triplicado<sup>25</sup>. Estos pliegues fueron los insumos para determinar el porcentaje de grasa corporal (%GC) a partir de las ecuaciones antropométricas. En hombres, la ecuación antropométrica que mejor concordancia mostró con el modelo de 4 compartimentos fue la ecuación de Slaughter, y en el caso de las mujeres la ecuación de Ellis<sup>26</sup>.

### *Factores de riesgo cardiovascular*

El PC en cms, se midió con cinta métrica no distensible de fijación automática (SECA®), por sobre el reborde de la cresta ilíaca, pasando por el ombligo, según la metodología utilizada por el NHANES III en la población americana.<sup>27</sup> La PAD y PAS en mmHg, se evaluaron con un esfigmomanómetro de mercurio con manguito “ad hoc” utilizando una metodología estandarizada.<sup>28</sup> El perfil de colesterol (Col-HDL y TG en mg/dl), se determinaron mediante metodología analítica seca (Vitros, Johnson & Johnson, Clinical diagnostics Inc.)

La insulina basal en uUI/dl, se midió por RIA (RIA DCP Diagnostic Products Corporation LA USA), con CV intraensayo al 5,1%, CV interensayo al 7,1% para 14,4 uUI/ml, con una sensibilidad de 1,2 uUI/ml y la glicemia en mg/dl, con un kit comercial por método enzimático calorimétrico GOD-PAP (Química Clínica Aplicada S.A.). La sensibilidad insulínica basal, se calculó a través HOMA (Insulina ayuno (uUI/dl) \* Glicemia ayuno (mmol/L)/22,5)<sup>29</sup>.

### *Definición del Síndrome Metabólico*

El SM se diagnosticó con la presencia de 3 de los 5 componentes del fenotipo de Cook<sup>30</sup>: perímetro de cintura  $\geq$  p 90, presión arterial sistólica y/o diastólica  $\geq$  p

90, triglicéridos  $\geq$  110 mg/dl, Colesterol HDL  $\leq$  40 mg/dl y/o hiperglicemia de ayuno  $\geq$  100 mg/dl.

### *Hábitos alimentarios y de actividad física*

Se evaluó la calidad de los hábitos de ingesta, considerando, número de comidas diarias, calidad de los alimentos y/o preparaciones del desayuno y onces, calidad de los alimentos del almuerzo y cena y calidad de los alimentos de la colación y extras. Se valoró la calidad de los hábitos de actividad física, tomando en cuenta, horas diarias acostado, horas diarias de actividades mínimas, número de cuerdas caminadas diariamente, horas diarias de juegos recreativos y horas semanales de ejercicios o deportes programados. En ambas mediciones se consideraron cinco aspectos. Cada uno se ponderó con un puntaje de 0-2, por lo tanto, el puntaje total de cada encuesta fluctuó entre 0 a 10 puntos, señalando en sentido creciente una mejor calidad del hábito<sup>8</sup>.

### *Análisis estadístico*

Los datos recolectados fueron analizados utilizando estadística descriptiva, a través de mínimos, máximos y tablas de frecuencias. Para las variables continuas se realizó el test de bondad de ajuste de Shapiro Wilk y test de homogeneidad de varianza. En aquellas que cumplieron las hipótesis de normalidad se usó el promedio y la desviación estándar, en caso contrario la mediana y el rango intercuartílico. En las dos intervenciones se compararon los resultados obtenidos en la línea de base, final de la intervención y 9 meses post-intervención, utilizando ANOVA con medidas repetidas (paramétrico) y el Test de Friedman (no paramétrico). Se aplicó el Test Cochran, en las muestras dependientes. También, se analizó la interacción de ambas intervenciones en el tiempo, utilizando la prueba ANOVA intervención\* tiempo. Se estableció en un  $p < 0,05$  el punto de corte para la significancia estadística. Los datos fueron analizados con el programa STATA versión 10.0.

## **Resultados**

El impacto residual de las intervenciones fue evaluado en base a los cambios entre la línea de base y el seguimiento, hasta completar los 12 meses desde que se inició la intervención.

La tabla I, presenta los cambios antropométricos, hábitos de ingesta y actividad física en el tiempo, del Grupo 1. Se observó una disminución sostenida y significativa del z IMC y un incremento sostenido y significativo del puntaje de actividad física. En ambos sexos, el PC y sólo en las mujeres el %GC, muestran una reducción significativa entre el ingreso y el fin de la intervención, para luego aumentar en la post-intervención. La distancia recorrida aumenta al final de la intervención y disminuye en la post-intervención.

**Tabla I**  
Cambios antropométricos, hábitos de ingesta y actividad física entre la línea de base y el seguimiento en niños con intervención temprana. (Valores:  $x \pm DE$ , Me y RI)

Variables	Línea base 0 mes (n = 60)	Fin intervención 3 meses (n = 56)	Post-intervención 12 meses (n = 46)	p
IMC (ptje z)	2,8 (1,4)	2,7 (1,5)	2,6 (1,6)	<b>0,00<sup>1</sup></b>
Circunferencias (cm)				
Cintura	91,7 ± 10,9	91,2 ± 11,1	93,5 ± 11,4	<b>0,00<sup>2</sup></b>
Composición corporal				
Masa grasa hombres (%)	41,1 ± 8,4	39,3 ± 7,0	38,6 ± 9,8	<b>0,83<sup>2</sup></b>
Masa grasa mujeres (%)	37,9 ± 4,6	37,8 ± 4,5	38,1 ± 4,5	0,03 <sup>2</sup>
Hábitos de ingesta y actividad física				
Test ingesta (ptje)	5,3 (1,6)	5,4 (1,8)	5,5 (2,3)	0,07 <sup>1</sup>
Test actividad física (ptje)	2,0 (1,5)	3,0 (2,0)	4,0 (2,0)	<b>0,00<sup>1</sup></b>
Condición física				
Distancia recorrida (m)	514,1 ± 58,3	536,4 ± 63,3	515,6 ± 58,2	<b>0,00<sup>2</sup></b>

x: Promedio; DE: Desviación estándar; Me: Mediana; RI: Rango intercuartílico.

<sup>1</sup>Test de Friedman. <sup>2</sup>ANOVA medidas repetidas.

**Tabla II**  
Cambios antropométricos, hábitos de ingesta y actividad física entre la línea de base y el seguimiento en niños con intervención tardía. (Valores:  $x \pm DE$ , Me y RI)

Variables	Línea base 3 meses (n = 51)	Fin intervención 6 meses (n = 37)	Post-intervención 12 meses (n = 37)	p
IMC (ptje z)	2,9 (1,2)	2,6 (1,5)	2,5 (1,3)	<b>0,00<sup>1</sup></b>
Circunferencias (cm)				
Cintura	92,7 ± 10,0	90,7 ± 10,9	91,1 ± 11,2	<b>0,00<sup>2</sup></b>
Composición corporal				
Masa grasa hombres (%)	40,8 ± 8,7	39,6 ± 9,4	39,7 ± 8,3	<b>0,18<sup>2</sup></b>
Masa grasa mujeres (%)	40,5 ± 3,2	39,9 ± 4,0	40,4 ± 4,0	0,76 <sup>2</sup>
Hábitos de ingesta y actividad física				
Test ingesta (ptje)	5,3 (1,1)	5,1 (1,4)	5,3 (2,1)	0,10 <sup>1</sup>
Test actividad física (ptje)	3,0 (2,0)	5,0 (2,0)	4,0 (3,0)	<b>0,00<sup>1</sup></b>
Condición física				
Distancia recorrida (m)	554,9 ± 47,2	634,7 ± 59,1	593,3 ± 54,5	<b>0,00<sup>2</sup></b>

x: Promedio; DE: Desviación estándar; Me: Mediana; RI: Rango intercuartílico.

<sup>1</sup>Test de Friedman. <sup>2</sup>ANOVA medidas repetidas.

La tabla II, muestra los cambios en el tiempo de las variables antropométricas, hábitos de ingesta y actividad física del Grupo 2. Al igual que en el grupo con intervención temprana, en la intervención tardía el z IMC, se redujo significativamente en el tiempo y el PC disminuyó al final de la intervención y luego volvió a aumentar en la post-intervención. El puntaje de actividad física, aumentó al final de la intervención y disminuyó en la post-intervención. Al igual que en la intervención temprana, la distancia recorrida se incrementó al final de la intervención y se redujo en la post-intervención.

La figura 1, muestra los cambios en el tiempo en la prevalencia del SM. En ambos grupos, se produjo una disminución en su prevalencia, al término de la intervención y un incremento post-intervención ( $p < 0,05$ ).

Otro análisis realizado, fue evaluar cómo se dio la magnitud y dirección de los cambios a través del

tiempo, al comparar ambas intervenciones. La tabla III, muestra las variables antropométricas y los test de ingesta y actividad física. No hubo diferencias significativas entre ambos grupos, en la dirección y magnitud de los cambios en las variables z IMC, % GC, calidad de la ingesta y de la actividad física. Si bien en ambos grupos, el PC, disminuyó con la intervención y luego aumentó en la post-intervención, en el Grupo 1, la disminución con la intervención fue menor y el aumento post-intervención fue mayor ( $p = 0,00$ ).

## Discusión

La intervención con ejercicio físico de fuerza muscular en escolares obesos mostró efectos beneficiosos sobre la salud, tanto en la intervención temprana como en la tar-

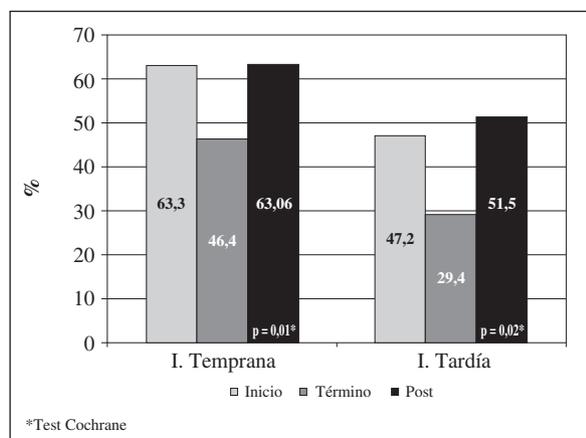


Fig. 1.—Cambio en la prevalencia de Síndrome Metabólico en intervención temprana y tardía desde la línea de base al seguimiento.

día. No obstante, los cambios observados en la prevalencia del SM como en los factores de riesgo cardiovascular, se revierten una vez que la intervención cesa, lo que señala la necesidad de mantenerla en el tiempo. Ferguson et al.<sup>31</sup>, evaluó el efecto de 4 meses de ejercicio de fuerza muscular sobre la insulinoresistencia, en escolares obesos de 7-11 años, utilizando un modelo cruzado. Los resultados mostraron que la concentración plasmática de insulina y triglicéridos y el %GC disminuyeron significativamente en ambos grupos ( $p < 0,05$ ), durante el tiempo sometidos a ejercicio físico, con un incremento durante el período sin ejercicio. Chang et al.<sup>32</sup>, estudió el efecto de una intervención de 9 meses con ejercicios de fuerza muscular en niños obesos, observando una disminución del 30,2% en el grupo intervenido ( $p < 0,05$ ) y un aumento del 50% ( $p < 0,05$ ) en el grupo control, cuando finalizó la intervención. El Col-HDL se redujo más del

35% ( $p < 0,05$ ) en los controles versus los intervenidos ( $p < 0,05$ ). La glucosa en ayunas, los niveles de insulina y de HOMA-IR disminuyeron, respectivamente, un 23,1%, 36,6% y 48,5% en el grupo intervenido ( $p < 0,05$ ), mientras que los niveles de glucosa aumentaron un 10,9% ( $p < 0,05$ ) en el grupo control.

En esta investigación, también se evaluó la condición física, mediante la distancia recorrida (m); el grupo intervenido tardíamente mostró mejor condición física que el intervenido tempranamente, tanto en la línea de base como al final de la intervención ( $p < 0,005$  y  $p < 0,0001$ , respectivamente). No obstante, ambos grupos evidenciaron un incremento significativo de la condición física con la intervención y una reducción en la post-intervención ( $p < 0,0001$ ). En el estudio de Eiholzer et al.<sup>33</sup>, se probó la hipótesis de que el ejercicio de fuerza muscular aumenta la actividad física espontánea, medida con sensores de movimiento. Un total de 46 niños, fueron asignados al azar; un grupo fue intervenido durante 4 meses con ejercicio de fuerza muscular (1 hora de ejercicio de brazos, piernas y tronco, dos veces a la semana). En el grupo intervenido, la actividad física espontánea aumentó en un 25,5% ( $p = 0,02$ ) al final de la intervención, en cambio el grupo control no modificó su actividad física.

El ejercicio físico inicia una serie de eventos moleculares, fisiológicos y bioquímicos en la célula muscular esquelética. Esta secuencia de eventos produce biogénesis mitocondrial, síntesis de transportadores de ácidos grasos, y de glucosa, aumento en cantidad y actividad enzimática y de la irrigación tisular con la consecuente mayor disponibilidad de energía y remoción de elementos de desecho<sup>34</sup>. El principal objetivo de un programa de ejercicio para promover la salud, debe estar orientado a producir una rehabilitación de la capacidad metabólica, mejorando la capacidad de utilización de glucosa y grasas. Esto, requiere de estímulos

Tabla III

Cambios antropométricos, hábitos de ingesta y actividad física desde la línea de base al seguimiento en niños con intervención temprana e intervención diaria. (Valores:  $x \pm DE$ , Me y RI)

Variables	Intervención	Línea base	Fin intervención	Post-intervención	p
IMC (ptje z)	1	2,8 (1,4)	2,7 (1,5)	2,6 (1,6)	0,45 <sup>1</sup>
	2	2,9 (1,2)	2,6 (1,5)	2,5 (1,3)	
<b>Circunferencias (cm)</b>					
Cintura	1	91,7 $\pm$ 10,9	91,2 $\pm$ 11,1	93,5 $\pm$ 11,4	<b>0,00<sup>1</sup></b>
	2	92,7 $\pm$ 10,0	90,7 $\pm$ 10,9	91,1 $\pm$ 11,2	
<b>Composición corporal</b>					
Masa grasa hombres (%)	1	41,1 $\pm$ 8,4	39,3 $\pm$ 7,0	38,6 $\pm$ 9,8	0,84 <sup>1</sup>
	2	40,8 $\pm$ 8,7	39,6 $\pm$ 9,4	39,7 $\pm$ 8,3	
Masa grasa mujeres (%)	1	37,9 $\pm$ 4,6	37,8 $\pm$ 4,5	38,1 $\pm$ 4,5	0,27 <sup>1</sup>
	2	40,5 $\pm$ 3,2	39,9 $\pm$ 4,0	40,4 $\pm$ 4,0	
<b>Hábitos de ingesta y actividad física</b>					
Test ingesta (ptje)	1	5,3 (1,6)	5,4 (1,8)	5,5 (2,3)	0,51 <sup>1</sup>
	2	5,3 (1,1)	5,1 (1,4)	5,3 (2,1)	
Test actividad física (ptje)	1	2,0 (1,5)	3,0 (2,0)	4,0 (2,0)	0,10 <sup>1</sup>
	2	3,0 (2,0)	5,0 (2,0)	4,0 (3,0)	

x: Promedio; DE: Desviación estándar; Me: Mediana; RI: Rango intercuartílico

1: Intervención temprana; 2: Intervención tardía.

<sup>1</sup>ANOVA Intervención\*tiempo.

aeróbicos de moderada a alta intensidad cuya aplicación en poblaciones infantiles está limitado por la baja capacidad física. La aplicación de estímulos anaeróbicos a partir de ejercicios de fuerza o sobrecarga de elevada intensidad pero de corta duración, permite movilizar depósitos de glucógeno, con los consecuentes cambios intracelulares que promueven la síntesis de proteínas estructurales y funcionales responsables de mejorar la capacidad funcional del músculo, la cual se ha ido perdiendo por desuso y agravado aún más por la sarcopenia (pérdida masa muscular)<sup>23</sup>.

Aunque los efectos beneficiosos que otorga la actividad física regular están bien documentados, la mayoría de los individuos independiente de la edad, no son físicamente activos a un nivel suficiente para mantener un adecuado estado de salud. Resultados de una revisión sistemática de intervenciones que promueven la actividad física al interior del sistema escolar, muestran resultados positivos poco consistentes y heterogéneos<sup>35</sup>. Esto constituye una oportunidad, para desarrollar intervenciones que incorporen ejercicio físico en vez de la promoción de actividad física en el curriculum escolar. Acorde con un objetivo principal de la Salud Pública, que es mejorar la salud colectiva y por lo tanto, el estado físico de todos los individuos. La Academia Americana de Pediatría, el Colegio Americano de Medicina Deportiva y otras organizaciones internacionales han establecido directrices para programas de ejercicios aeróbicos, de flexibilidad y de fuerza. El ejercicio de fuerza muscular sería un método muy eficaz para mantener y aumentar la masa libre de grasa y mejorar la fuerza y la resistencia muscular. Además, hay una cantidad creciente de evidencias que sugieren que el entrenamiento de resistencia puede mejorar considerablemente muchos factores de salud asociados con la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas<sup>36</sup>.

Se ha establecido que los niños y adolescentes deben realizar diariamente 60 minutos o más de actividades moderadas e intensas (ciclismo, correr, danza aeróbica, variadas actividades deportivas), para prevenir la aparición de enfermedades crónicas en la adultez<sup>37</sup>. Los niños sedentarios deberían progresar gradualmente hacia estos niveles recomendados de actividad física (10% por semana). Estas recomendaciones son compatibles con evidencia científica disponible y son también el acuerdo general promovido por organismos internacionales<sup>37</sup>. No obstante, los niños obesos a menudo carecen de las habilidades motoras y de la confianza para ser físicamente activos, y generalmente perciben los períodos prolongados de ejercicio aeróbico como aburridos o desagradables<sup>38</sup>. Por otro lado, debido a su baja capacidad física, no toleran un esfuerzo continuado y por lo tanto, tienden a realizar ejercicios de corta duración a intensidades media o baja que no cumplen con los umbrales necesarios para gatillar los cambios metabólicos necesarios. Al contrario, los niños obesos parecen disfrutar del entrenamiento de fuerza o sobrecarga, ya que este se caracteriza por períodos cortos de actividad física intercalado con breves períodos

de descanso entre las series de ejercicios<sup>39,40</sup>. Además, la naturaleza intermitente del entrenamiento de resistencia es más cercano y compatible con la forma de juego y movimiento de los escolares<sup>41</sup>.

La participación regular de los niños en un programa de entrenamiento de fuerza puede mejorar la salud y aptitud de los niños y adolescentes frente a la actividad física. Los niños obesos tienden a disfrutar más del ejercicio de entrenamiento muscular porque proporciona una oportunidad para todos los participantes de experimentar éxito en sus logros y sentirse bien con su rendimiento. Así, un primer paso para motivar a los niños obesos para realizar ejercicio es aumentar su confianza en sus capacidades de ser físicamente activos, lo que podría conducir a un aumento en la actividad física regular que al mantenerse en el tiempo, mejora su composición corporal y la tolerancia al esfuerzo físico<sup>38</sup>.

Una de las limitaciones de este estudio, se relaciona con la selección por conveniencia de la muestra, por lo tanto, los resultados de este trabajo se limitan sólo a los escolares intervenidos y no es posible generalizar a la población objetivo de la región, ni tampoco del país, ya que se ve limitada la validez externa de los resultados, es decir, la capacidad de la evidencia para ser aplicada en intervenciones semejantes en situaciones distintas. No obstante, los resultados obtenidos son similares a los observados en otros estudios, donde se utilizaron muestras aleatorias<sup>32,33</sup>. Luego, este trabajo puede servir como información preliminar o piloto que aporte información en relación a la viabilidad de desarrollar este tipo de intervenciones al interior del sistema escolar a nivel nacional. Esto contribuiría a la sustentabilidad del ejercicio en el tiempo y a mejorar la adherencia de los niños obesos a este tipo de intervenciones. Estos antecedentes pueden ser muy relevantes para el diseño y desarrollo de intervenciones escolares que incorporen el ejercicio físico de fuerza muscular en el tratamiento de la obesidad. Lo anterior, contribuiría a la implementación de Políticas y Programas intersectoriales en el ámbito Salud-Educación dirigidos al tratamiento de la obesidad infantil para una adecuada prevención de las ECNT asociadas al sobrepeso y a la inadecuada condición física.

## Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por el Proyecto Domeyko de la Universidad de Chile. También agradecemos a la motivación y activa participación de la comunidad educativa involucrada en las intervenciones.

## Referencias

1. Martínez JA. Body-weight regulation: causes of obesity. *Proc Nutr Soc* 2000; 59 (3):337-345.
2. Uauy R, Albala C, Kain J. Obesity trends in Latin America: transiting from under- to overweight. *J Nutr* 2001; 131 (3): 893S-899S.
3. Chile. Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas. Mapa Nutricional [En Línea]. [2010?] [citado 15 Junio de 2012]. Disponi-

- ble en: URL:[http://sistemas.junaeb.cl/estadosnutricionales\\_2010/index2.php](http://sistemas.junaeb.cl/estadosnutricionales_2010/index2.php)
4. Kain J, Olivares S, Castillo M, Vio F. Validación y aplicación de instrumentos para evaluar intervenciones educativas en obesidad de escolares. *Rev Chil Pediatr* 2001; 72 (4): 308-318.
  5. Atalah E, Urteaga C, Rebolledo A, Delfín S, Ramos R. Patrones alimentarios y de actividad física en escolares de la Región de Aysén. *Rev Chil Pediatr* 1999; 70 (6): 483-490.
  6. Olivares S, Kain J, Lera L, Pizarro F, Vio F, Moron C. Nutritional status, food consumption and physical activity among Chilean school children: a descriptive study. *Eur J Clin Nutr* 2004; 58 (9): 1278-1285.
  7. Olivares S, Bustos N, Lera L, Zelada ME. Estado nutricional, consumo de alimentos y actividad física en escolares mujeres de diferente nivel socioeconómico de Santiago de Chile. *Rev Med Chil* 2007; 135 (1): 71-78.
  8. Burrows R, Díaz E, Sciaraffia M, Gattas V, Montoya A, Lera L. Hábitos de ingesta y actividad física en escolares, según tipo de establecimiento al que asisten. *Rev Med Chil* 2008; 136: 53-63.
  9. Kain J, Olivares S, Romo M, Leyton B, Vio F, Cerda R et al. Estado nutricional y resistencia aeróbica en escolares de educación básica: línea base de un Proyecto de Promoción de la Salud. *Rev Med Chil* 2004; 132 (11): 1395-1402.
  10. Saris WH. The role of exercise in the dietary treatment of obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1993; 17 (Suppl. 1): S17-S21.
  11. Tremblay A, Despres JP, Leblanc C, Craig CL, Ferris B, Stephens T et al. Effect of intensity of physical activity on body fatness and fat distribution. *Am J Clin Nutr* 1990; 51 (2): 153-157.
  12. Yoshioka M, Doucet E, St-Pierre S, Almeras N, Richard D, Labrie A et al. Impact of high-intensity exercise on energy expenditure, lipid oxidation and body fatness. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001; 25 (3): 332-339.
  13. Hass CJ, Feigenbaum MS, Franklin BA. Prescription of resistance training for healthy populations. *Sports Med* 2001; 31 (14): 953-964.
  14. Sung RYT, Yu CW, Chang SKY, Mo SW, Woo KS, Lam CWK. Effects of dietary intervention and strength training on blood lipid level in obese children. *Arch Dis Child* 2002; 86 (6): 407-410.
  15. Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR. American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36 (11): 1985-1996.
  16. Benson AC, Torode ME, Fiatarone Singh MA. The effect of high-intensity progressive resistance training on adiposity in children: a randomized controlled trial. *Int J Obes (Lond)* 2008; 32 (6): 1016-1027.
  17. Díaz E, Saavedra C. El ejercicio físico y la obesidad, conceptos a nivel celular y metabólico. En: Cruchet S, Rozowsky J. Editores. Obesidad: Un enfoque integral. Santiago: Nestlé Chile S.A.: 2007: 51-63.
  18. Misra A, Alappan NK, Vikram NK, Goel K, Gupta N, Mittal K et al. Effect of supervised progressive resistance-exercise training protocol on insulin sensitivity, glycemia, lipids, and body composition in asian indians with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2008; 31: 1282-1287.
  19. Chang C, Liu W, Zhao X, Li S, Yu C. Effect of supervised exercise intervention on metabolic risk factors and physical fitness in Chinese obese children in early puberty. *Obes Rev* 2008; 9: 135-141.
  20. Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, Ludvik B, Metz-Schimmerl S, Pacini G et al. The Relative Benefits of Endurance and Strength Training on the Metabolic Factors and Muscle Function of People With Type 2 Diabetes Mellitus. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86: 1527-1533.
  21. National Center for Health Statistical (NCHS) - Centers for Disease Control and Prevention (CDC) [Online]. [2002?] [citado 16 Enero de 2012]. Available from: URL:<http://www.cdc.gov/GrowthCharts/>
  22. Chile. Ministerio de Salud. Programa de Alimentación Saludable y Actividad Física para la Prevención de Enfermedades Crónicas en Niñas, Niños, Adolescentes y Adultos [En Línea]. 2008 [citado 17 Enero de 2012]. Disponible en: URL:<http://webhosting.redsalud.gov.cl/minsal/archivos/alimentosynutricion/estrategiaintervencionorientacionespasaf2008.doc>
  23. Díaz E, Saavedra C, Meza J. Documento técnico elaborado para MINSAL. Guía contemporánea de ejercicio y salud. 2007. Santiago, Chile.
  24. Díaz E, Saavedra C. Ejercicio y restauración metabólica. Nutrición, salud y bienestar. *Revista para profesionales de la Salud* 2008; 12: 26-40. Santiago: Nestlé Chile S.A.
  25. Lohman TG, Boileau RA, Slaughter RA. Body composition in children. In: Lohman TG. Editor. Human body composition. New York: Human Kinetics, 1984: 29-57.
  26. Vasquez F, Diaz E, Lera L, Vasquez L, Anziani A, Burrows R. Agreement of anthropometric equations with the four-component model in the prediction of body fat in obese schoolchildren. *Nutr Diet* 2012; 69: 145-151.
  27. Fernández J, Redden D, Pietrobelli A, Allison D. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr* 2004; 145: 439-444.
  28. National high blood pressure education program working group on hypertension control in children and adolescents. Update on the 1987 task force report on high blood pressure in children and adolescents: a working group report from the national high blood pressure education program. *Pediatrics* 1996; 98: 649-658.
  29. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* 1985; 28: 412-419.
  30. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz WH. Prevalence of a Metabolic Syndrome Phenotype in Adolescents: Findings From the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003; 157: 821-827.
  31. Ferguson MA, Gutin B, Le NA, Karp W, Litaker M, Humphries M et al. Effects of exercise training and its cessation on components of the insulin resistance syndrome in obese children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999; 23 (8): 889-895.
  32. Chang C, Liu W, Zhao X, Li S, Yu C. Effect of supervised exercise intervention on metabolic risk factors and physical fitness in Chinese obese children in early puberty. *Obes Rev* 2008; 9 (Suppl. 1): 135-141.
  33. Eiholzer U, Meinhardt U, Petrò R, Witassek F, Gutzwiller F, Gasser T. High-intensity training increases spontaneous physical activity in children: a randomized controlled study. *J Pediatr* 2010; 156: 242-246.
  34. Hood DA. Invited Review: contractile activity-induced mitochondrial biogenesis in skeletal muscle. *J Appl Physiol* 2001; 90: 1137-1157.
  35. Medina-Blanco RI, Jiménez-Cruz A, Pérez-Morales ME, Armendáriz-Anguiano AL, Bacardí-Gascón M. Programas de intervención para la promoción de actividad física en niños escolares: revisión sistemática. *Nutr Hosp* 2011; 26 (2): 265-270.
  36. Hass CJ, Feigenbaum MS, Franklin BA. Prescription of resistance training for healthy populations. *Sports Med* 2001; 31: 953-964.
  37. Strong WB, Malina RM, Blimkie CJR, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B et al. Evidence Based Physical Activity for School-age Youth. *J Pediatr* 2005; 146: 732-737.
  38. Faigenbaum AD. Resistance Training for Obese Children and Adolescent. *President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest* 2007; 8: 1-8.
  39. Faigenbaum AD. State of the Art Reviews: Resistance Training for Children and Adolescents: Are There Health Outcomes? *AJLM* 2007; 1: 190-200.
  40. Gillis LJ, Kennedy LC, Bar-Or O. Overweight children reduce their activity levels earlier in life than healthy weight children. *Clin J Sport Med* 2006; 16 (1): 51-55.
  41. Bailey RC, Olson J, Pepper SL, Porszasz J, Barstow TJ, Cooper DM. The level and tempo of children's physical activities: an observational study. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27 (7): 1033-1041.