



Original

# Impacto del ejercicio de fuerza muscular en la prevención secundaria de la obesidad infantil; intervención al interior del sistema escolar

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:** El ejercicio físico es una importante herramienta terapéutica para prevenir y tratar la obesidad y disminuir las alteraciones metabólicas asociadas al desarrollo de las enfermedades crónicas no transmisibles.

**Objetivo:** Evaluar el impacto de una intervención al interior del sistema escolar, que incluye el ejercicio de fuerza muscular, educación alimentaria y apoyo psicológico en escolares obesos.

**Métodos:** Se trabajó con 120 escolares obesos, entre 8 y 13 años, reclutados en 3 colegios. El Grupo 1 (n = 60), fueron intervenidos simultáneamente con ejercicio físico, educación alimentaria y apoyo psicológico durante 3 meses. El Grupo 2 (n = 60), durante el mismo período, recibió sólo la intervención educativa y el apoyo psicológico, siendo intervenido con ejercicio entre los 3 y los 6 meses. Se evaluó IMC, perímetro de cintura, grasa corporal, síndrome metabólico y factores de riesgo cardiovasculares.

**Resultados:** A los 3 meses, hubo diferencias significativas entre ambos grupos en la variación del zIMC, circunferencia cintura, grasa corporal, síndrome metabólico, obesidad abdominal, hipertrigliceridemia e hiperglicemia de ayuno. En el grupo 1, estos parámetros disminuyeron y aumentaron, en el grupo 2. Entre los 3-6 meses, en el grupo 2, hubo una disminución significativa en la obesidad abdominal, presión arterial elevada e hipertrigliceridemia, en tanto en el grupo 1, aumento significativo de la presión arterial elevada sin variaciones en los otros factores de riesgo cardiovasculares.

**Conclusiones:** Se demostró el impacto positivo del ejercicio físico de fuerza muscular en la reducción de la grasa corporal, del síndrome metabólico y de los factores de riesgo cardiovasculares. Este trabajo refuerza el uso del ejercicio como tratamiento de la obesidad y de sus comorbilidades en escolares.

(Nutr Hosp. 2013;28:347-356)

DOI:10.3305/nh.2013.28.2.6280

Palabras clave: *Escolares obesos. Ejercicio físico. Fuerza muscular. Síndrome metabólico. Factores de riesgo cardiovasculares.*

**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: 27-X-2012.  
Aceptado: 12-XI-2012.

## IMPACT OF STRENGTH TRAINING EXERCISE ON SECONDARY PREVENTION OF CHILDHOOD OBESITY; AN INTERVENTION WITHIN THE SCHOOL SYSTEM

### Abstract

**Introduction:** The physical exercise is an important therapeutic tool to prevent and treat obesity, as well as reducing metabolic alterations and the risk of non-communicable diseases.

**Objective:** To evaluate the impact of a strength training exercise intervention within the school system, this includes muscular strength exercise, dietary education and psychological support in obese children.

**Methods:** We worked with 120 obese schoolchildren, between 8 and 13 years, recruited from 3 schools. Group 1 (n = 60) participated in the intervention, which included physical exercise, dietary education, and psychological support, for 3 months. Group 2 (n = 60) received only the educational intervention and psychological support for the first 3 months, and then received the exercise intervention from months 3 to 6. Participants were evaluated for BMI, waist circumference, body fat, presence of metabolic syndrome and cardiovascular risk factors.

**Results:** At 3 months, there were significant differences between the groups for change in BMI z-score, waist circumference, and body fat as well as prevalence of metabolic syndrome, abdominal obesity, hypertriglyceridemia, and fasting hyperglycemia. In group 1, these parameters decreased and increased, in group 2. From months 3 to 6, Group 2 showed a significant decrease in abdominal obesity, high blood pressure, and hypertriglyceridemia, while Group 1 showed a significant increase in high blood pressure and no change in other cardiovascular risk factors.

**Conclusion:** This study demonstrates the positive impact of a strength training physical exercise program on reduction of body fat, metabolic syndrome and cardiovascular risk factors. This study supports the use of exercise as a treatment for obesity and its comorbidities in schoolchildren.

(Nutr Hosp. 2013;28:347-356)

DOI:10.3305/nh.2013.28.2.6280

Key words: *Obese schoolchildren. Strength training. Physical exercise. Metabolic syndrome. Cardiovascular risk factors.*

## Abreviaturas

SM: Síndrome Metabólico.  
FRCV: Factores de Riesgo Cardiovasculares.  
Col-LDL: Colesterol LDL.  
Col-HDL: Colesterol HDL.  
DM2: Diabetes Mellitus Tipo 2.  
IMC: Índice de Masa Corporal.  
PAD: Presión Arterial Diastólica.  
PAS: Presión Arterial Sistólica.  
TG: Triglicéridos.  
PC: Perímetro de Cintura.

## Introducción

En los últimos años, la prevalencia de obesidad infantil a nivel mundial se ha incrementado considerablemente<sup>1</sup>. En Chile, la prevalencia de obesidad en los escolares que ingresan al sistema escolar es de un 23,1%<sup>2,3</sup>. El aumento en el consumo de energía y la disminución del gasto energético, por si solos o en conjunto, producen un balance energético positivo y un evidente aumento en el peso corporal<sup>4</sup>. La obesidad se produjo como consecuencia de la transición nutricional, caracterizada por cambios importantes en los patrones de alimentación y de actividad física de la población asociados a un modelo de desarrollo económico explosivo<sup>5-8</sup>.

El SM constituye un conjunto de FRCV (obesidad abdominal, dislipidemia, presión arterial elevada e intolerancia a la glucosa), que determina un mayor riesgo de diabetes mellitus tipo 2, hipertensión arterial y enfermedades cardiovasculares isquémicas en la adultez, se asocia con la obesidad iniciada tempranamente relacionado con la resistencia a insulina<sup>9</sup>. Los niños y adolescentes obesos tienen un riesgo elevado de tener FRCV y las complicaciones metabólicas que preceden a estas enfermedades<sup>10</sup>. A su vez, el niño obeso tiene 2,4 veces más riesgo de presentar altos niveles de colesterol y presión arterial diastólica, 4,5 presión arterial sistólica alta; 7,1 triglicéridos elevados; 3,0 Col-LDL alto y 3,4 veces Col-HDL bajo y 12,6 veces más riesgo de hiperinsulinemia, que un niño de estado nutricional normal<sup>11-13</sup>. Se agrega además una serie de consecuencias, entre las cuales destacan: crecimiento y maduración ósea acelerados, tendencia a una pubertad más temprana, y mantención de la obesidad en la etapa adulta<sup>14-18</sup>. Estudios longitudinales, demuestran que el SM del niño, cuadruplica el riesgo de DM2 y del SM en la vida adulta<sup>19,20</sup>. La aparición de DM2 a edades tempranas, se asocia a un exceso de grasa corporal desde el mismo instante de la gestación, etapa en la que hoy se observan altas tasas de obesidad (20%)<sup>21,22</sup>. La acumulación excesiva de grasa corporal deteriora la salud de los individuos, ya que afecta negativamente su condición física y metabólica y contribuye a la expresión de la insulinoresistencia y de un estado inflamatorio crónico. Estos trastornos pueden mantenerse hasta

la vida adulta, si no hay intervenciones orientadas a prevenir y tratar la obesidad tempranamente y lograr la restauración de la homeostasis cardiovascular y metabólica<sup>23,24</sup>. La inactividad física se asocia a pérdida de la masa (sarcopenia) y de la funcionalidad muscular<sup>25</sup>.

El ejercicio dosificado reduce lentamente el progreso de la obesidad, mejora la sensibilidad insulínica y disminuye los niveles séricos de lípidos y glucosa; sin embargo, una vez que este ejercicio se suspende, los beneficios logrados se revierten<sup>26-29</sup>. Tanto el ejercicio aeróbico, como de fuerza muscular, producen disminución de la grasa corporal y una conservación o aumento de la masa libre de grasa<sup>30</sup>. El ejercicio físico de entrenamiento muscular, ha sido utilizado como terapia tanto en la prevención como en el tratamiento de la resistencia insulínica, ya que la mejoría en la funcionalidad muscular mejora la captación y transporte de glucosa y la oxidación de lípidos<sup>31,32</sup>. Este tipo de ejercicio ha demostrado eficacia en los niños tanto en mejorar la sensibilidad insulínica como la función vascular<sup>31-34</sup>.

El objetivo principal de un programa de ejercicio debe orientarse a producir una rehabilitación de la capacidad de utilización de glucosa y grasas; esto puede lograrse a través de estímulos aeróbicos de moderada a alta intensidad cuya aplicación en poblaciones está limitada por la baja capacidad física. Las primeras evidencias que documentaron los efectos del ejercicio de alta intensidad sobre la grasa corporal, demostraron que los individuos que practicaban actividades físicas intensas eran más delgados que aquellos que nunca habían realizado este tipo de actividades<sup>35</sup>. El menor depósito de grasa corporal está relacionado con un incremento del metabolismo energético post-ejercicio, mediado por una mayor estimulación  $\beta$ -adrenérgica.<sup>36</sup> La actividad contráctil inicia una serie de eventos moleculares, fisiológicos y bioquímicos en la célula muscular esquelética, con activación de varias kinasas o fosfatasa, que producen múltiples eventos de transducción de señales, que favorecen la homeostasis metabólica<sup>37,38</sup>. Por otro lado, este tipo de ejercicio produce una menor sobrecarga cardiovascular y la naturaleza intermitente del entrenamiento de fuerza es más familiar y compatible con la forma de juego y movimiento de los escolares<sup>39</sup>. El objetivo del estudio fue evaluar el impacto de una intervención al interior del sistema escolar, que incluye el ejercicio físico de fuerza muscular además de la educación en alimentación y nutrición y el apoyo psicológico al escolar con obesidad.

## Material y métodos

### *Población de estudio*

La muestra fue de 120 niños obesos (IMC  $\geq$  p 95 del CDC-NCHS)<sup>40</sup> de ambos sexos, entre 8 y 13 años, de tres establecimientos educacionales de dos comunas de la ciudad de Santiago de Chile. La selección de los colegios fue por conveniencia, sobre la base de la cercanía de los colegios con los lugares de medición y la

necesidad de trasladar al equipo de profesionales que realizó la intervención. Entre los criterios de inclusión destacan, la asistencia en jornada completa al establecimiento educacional, asentimiento de los escolares y consentimiento firmado de los padres (madre, padre o cuidador), para participar en el estudio. Se excluyeron a todos los niños que hubieran sido 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 impidan la participación en el programa de ejercicio.

### *Caracterización de las intervenciones*

Durante los tres primeros meses, tanto el grupo 1 (n = 60) como el grupo 2 (n = 60), participaron de seis sesiones educativas grupales (cinco a los niños y una a los padres) de nutrición y alimentación saludable. También asistieron a seis sesiones con psicólogo (cinco a los niños y una a los padres) para favorecer en los niños la capacidad de reconocer y descubrir: el sentido y significado personal de sus hábitos alimentarios; la toma de conciencia acerca de los factores personales, ambientales, emocionales y relacionales involucrados en la conducta alimentaria; y facilitar un proceso individual que promoviera un cambio hacia un estilo de vida más saludable. De esta forma, ambos grupos recibieron la misma información y motivación nutricional y psicológica, diferenciados sólo en la intervención con ejercicio físico. El grupo 1 fue objeto de ella durante los tres primeros meses y el grupo 2 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 fue lograr la recuperación de la funcionalidad muscular, tanto en capacidad funcional como en trabajo, ambos perdidos por efecto de la inactividad física.<sup>41-43</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>42</sup>.

### *Mediciones antropométricas*

El peso en kilos y la talla en centímetros, se midieron temprano en la mañana, con el escolar con un mínimo

de ropa (sólo ropa interior); de pie frente a la balanza, con los pies juntos al centro de ésta, los brazos pegados al cuerpo, la cabeza erguida formando una línea paralela al suelo entre el ángulo del ojo y el nacimiento de la oreja. Se utilizó una balanza electrónica de precisión (SECA®) con cartabón incluido, con una precisión de 10 gramos y 0,1 centímetros. Se midieron los 4 pliegues cutáneos (bicipital, tricípital, subescapular y suprailíaco), con un caliper Lange de precisión milimétrica (1 mm), con la técnica descrita por Lohman et al.; en triplicado<sup>44</sup>. Estos pliegues fueron los insumos para determinar la grasa corporal 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>45</sup>.

### *Factores de riesgo cardiovasculares*

La circunferencia de cintura en centímetros, se determinó con cinta métrica no distensible de fijación automática (SECA®), medido por sobre el reborde de la cresta ilíaca, pasando por el ombligo. Se usó como referencia la metodología utilizada por el NHANES III en la población americana<sup>46</sup>. La PAD y PAS en mmHg, se midió con un esfigmomanómetro de mercurio con manguito “ad hoc” utilizando una metodología estandarizada<sup>47</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>48</sup>.

El SM se diagnosticó con la presencia de 3 de los 5 componentes del fenotipo de Cook<sup>49</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 once, 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 cuadras caminadas diariamente, horas diarias de juegos recreativos y horas semanales

**Tabla I**  
Características basales de la muestra en el grupo 1 y 2. (Valores:  $x \pm DE$ , Me y RI)

Variables	Grupo 1 (n = 60)	Grupo 2 (n = 60)	p
Edad (años)	11,7 $\pm$ 1,8	11,7 $\pm$ 1,5	0,83 <sup>1</sup>
Género: hombre/mujer	33/27	27/33	0,27 <sup>4</sup>
Tanner: prepúber/púber	23/37	23/37	1,00 <sup>4</sup>
Síndrome metabólico (%)	63,3	43,3	0,03 <sup>3</sup>
Peso (kg)	62,1 $\pm$ 15,9	61,5 $\pm$ 11,5	0,81 <sup>1</sup>
Talla (cm)	150,1 $\pm$ 11,7	150,8 $\pm$ 9,0	0,71 <sup>1</sup>
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,7 (5,1)	26,8 (2,3)	0,77 <sup>2</sup>
IMC (puntaje z)	2,8 (1,4)	2,7 (1,1)	0,56 <sup>2</sup>
Perímetro Cintura (cm)	91,7 $\pm$ 10,9	90,4 $\pm$ 9,6	0,511
Masa grasa hombres (%)	41,1 $\pm$ 8,4	38,7 $\pm$ 8,6	0,30 <sup>1</sup>
Masa grasa mujeres (%)	37,9 $\pm$ 4,6	39,4 $\pm$ 2,9	0,12 <sup>1</sup>
Presión arterial sistólica (mm Hg)	107,8 $\pm$ 12,1	102,4 $\pm$ 8,8	0,006 <sup>1</sup>
Presión arterial diastólica (mm Hg)	66,9 $\pm$ 6,7	63,1 $\pm$ 6,2	0,002 <sup>1</sup>
Glicemia (mg/dl)	94,1 $\pm$ 15,1	88,2 $\pm$ 8,9	0,01 <sup>1</sup>
Insulina (uUI/dl)	9,0 (10,1)	12,8 (8,1)	0,005 <sup>2</sup>
HOMA	2,1 (2,3)	3,0 (2,0)	0,03 <sup>2</sup>
Col-Total (mg/dl)	162,0 (55,5)	155,0 (40,5)	0,21 <sup>2</sup>
Col-HDL (mg/dl)	39,0 (9,0)	37,0 (14,5)	0,39 <sup>2</sup>
Triglicéridos (mg/dl)	138,0 (85,5)	119,0 (55,0)	0,13 <sup>2</sup>
Test ingesta (puntaje)	5,3 (1,6)	5,5 (1,8)	0,09 <sup>2</sup>
Test actividad física (puntaje)	2,0 (1,5)	3,0 (2,0)	0,01 <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Test Student. <sup>2</sup>Test Wilcoxon. <sup>3</sup>Test proporciones. <sup>4</sup>Mantel-Haentzel.

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>50</sup>.

#### Análisis estadístico

Se usó estadística descriptiva, a través de mínimos, máximos y tablas de frecuencias. Para las variables continuas 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. Las variables respuestas en la línea base se compararon entre los 2 grupos, por medio del test de Student o el test de Wilcoxon para muestras independientes. Al tercer mes, para la comparación de las variables respuestas y sus cambios entre la línea base y la postintervención, se utilizó el test de Student para muestras pareadas en las variables con distribución normal y test de Wilcoxon en las variables sin distribución normal, tanto en el grupo intervenido como control. La comparación de la diferencia (antes-después) de las variables antropométricas, hábitos de ingesta y hábitos de actividad física, entre ambos grupos, se realizó por

medio del test de Student o el test de Wilcoxon para muestras independientes. El Test McNemar, se utilizó en las muestras dependientes, en la medición en dos tiempos (antes-después). En el ajuste de los modelos estadísticos, se aplicaron análisis de regresión múltiple y logística, según la naturaleza de la variable respuesta. Se estableció un  $p < 0,05$  el punto de corte para la significancia estadística, no obstante, las probabilidades de significación obtenidas deberán ser consideradas como una medida descriptiva adicional, debido a que las muestras no fueron seleccionadas al azar. Los datos del estudio fueron analizados con el programa STATA versión 10.0.

## Resultados

### Descripción y caracterización de la muestra

La tabla I, presenta las características basales de ambos grupos. No hubo diferencias significativas en la edad, distribución por sexo, estadio de Tanner, variables antropométricas, TG, HDL y hábitos de ingesta. El grupo 1, mostró mayor presión arterial, mayores niveles de glicemia, mayor prevalencia del SM y mejores hábitos de actividad física que el grupo 2. El grupo 2, mostró mayores niveles de insulina y HOMA que el grupo 1.

**Tabla II**

*Cambios antropométricos, hábitos de ingesta y actividad física en el grupo 1 y 2. (Valores:  $x \pm DE$ , Me y RI)*

Variables	Grupo 1 $\Delta 0-3$ mes (n = 60)	Grupo 2 $\Delta 0-3$ mes (n = 60)	p
IMC (puntaje z)	-0,2 (0,4)	+0,1 (0,4)	0,00 <sup>2</sup>
Circunferencia Cintura (cm)	-0,5 $\pm$ 2,9	+1,8 $\pm$ 1,8	0,00 <sup>1</sup>
Masa grasa hombres (%)	-1,8 $\pm$ 6,3	+1,8 $\pm$ 2,7	0,00 <sup>1</sup>
Masa grasa mujeres (%)	-0,1 $\pm$ 1,2	+1,0 $\pm$ 1,0	0,00 <sup>1</sup>
Test ingesta (puntaje)	+0,1 (1,4)	-0,3 (1,6)	0,13 <sup>2</sup>
Test actividad física (puntaje)	+1,0 (2,0)	0,0 (2,0)	0,02 <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Test Student. <sup>2</sup>Test Wilcoxon.

*Efectividad de la intervención con ejercicio de fuerza muscular*

Para este análisis se utilizó la estrategia de intención de tratamiento, que implica analizar e incluir a todos los sujetos sin importar si recibieron toda la intervención o si se retiraron o se desviaron del protocolo establecido originalmente<sup>51</sup>.

La tabla II, compara ambos grupos, en relación a los cambios en las variables antropométricas y en los hábitos de ingesta y actividad física entre el ingreso y los 3 meses. Hubo una diferencia significativa en las variaciones del zIMC, circunferencia cintura, grasa corporal y hábitos de actividad física. Mientras, en el grupo 1, el zIMC, la circunferencia cintura, la masa grasa (%) en hombres y mujeres disminuyen, en el grupo 2 estas variables aumentaron.

*Síndrome metabólico*

La figura 1, muestra el cambio en la prevalencia del SM, al comparar el ingreso con los 3 meses. En el grupo 1, se observó una disminución significativa en la prevalencia del SM (p = 0,01), en cambio, en el grupo control hay un aumento aunque no significativo, del 43,3% al 47,2% (p = 0,62).

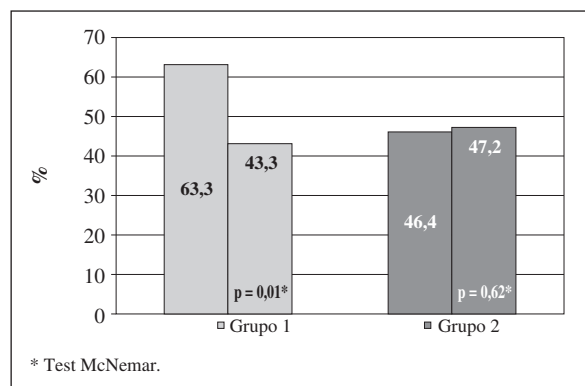


Fig. 1.—Cambio en la prevalencia de Síndrome Metabólico en el grupo intervenido y control.

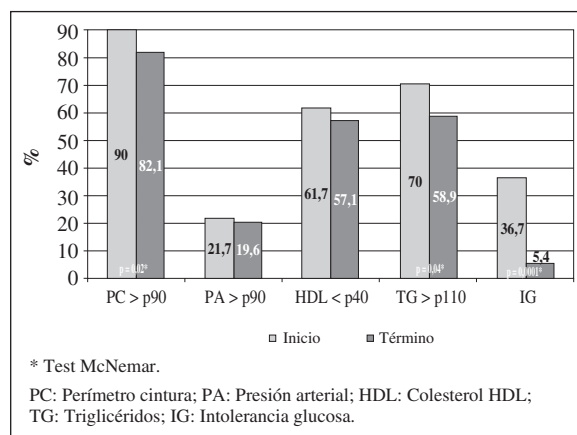


Fig. 2.—Variaciones en la prevalencia de factores de riesgo cardiovasculares en el grupo 1.

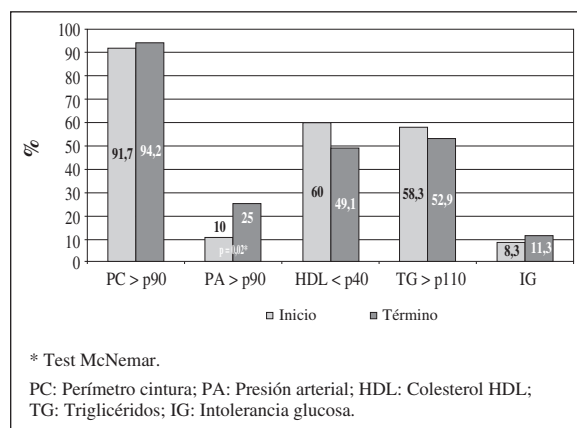


Fig. 3.—Variaciones en la prevalencia de factores de riesgo cardiovasculares en el grupo 2.

*Variaciones en la prevalencia de los factores de riesgo cardiovasculares*

En el grupo 1 (fig. 2), se produjo una reducción significativa entre el ingreso y los 3 meses, en la prevalencia de los factores de riesgo; obesidad abdominal (p = 0,02); hipertrigliceridemia (p = 0,04) e hiperglicemia de ayuno (p = 0,0001). En tanto, en el grupo 2 (fig. 3),



**Tabla III**  
Cambios antropométricos, hábitos de ingesta y actividad física en el grupo 1 y 2. (Valores:  $x \pm DE$ , Me y RI)

Variables	Grupo 1 $\Delta$ 3-6 mes (n = 54)	Grupo 2 $\Delta$ 3-6 mes (n = 37)	p
IMC (puntaje z)	0,0 (0,4)	-0,2 (0,4)	0,04 <sup>2</sup>
Circunferencia Cintura (cm)	+0,2 $\pm$ 3,4	+1,4 $\pm$ 1,6	0,57 <sup>1</sup>
Masa grasa hombres (%)	-0,9 $\pm$ 8,1	-0,9 $\pm$ 2,4	0,99 <sup>1</sup>
Masa grasa mujeres (%)	+2,5 $\pm$ 6,0	-0,3 $\pm$ 1,1	0,08 <sup>1</sup>
Test ingesta (puntaje)	+0,5 (1,6)	-0,5 (1,3)	0,00 <sup>2</sup>
Test actividad física (puntaje)	+0,5 (1,5)	+1,6 (1,7)	0,00 <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Test Student. <sup>2</sup>Test Wilcoxon.

se produjo un incremento significativo en la prevalencia de presión arterial elevada ( $p = 0,02$ ), sin variaciones en el resto de los componentes.

La tabla III, compara ambos grupos, en relación a los cambios en las variables antropométricas, hábitos de ingesta y actividad física entre los 3 y 6 meses. Hubo una diferencia significativa al contrastar ambos grupos en el zIMC, test de ingesta y test de actividad física. El grupo 2 que recibió intervención con ejercicio físico en este período, muestra una disminución significativa del IMC, la grasa corporal disminuye en las mujeres y hay un aumento significativo del puntaje de los hábitos de actividad física al compararlo con el grupo 1. Sin embargo, el puntaje de los hábitos de ingesta se sigue deteriorando significativamente en el grupo 2, al compararlo con el grupo 1.

### Síndrome metabólico

La figura 4, muestra el cambio en la prevalencia del SM, al comparar ambos grupos en el tiempo 3-6 meses. En el grupo 1, se observó un incremento aunque no significativo en la prevalencia del SM ( $p = 0,79$ ), en cambio en el grupo 2, hubo una reducción del 47,2% al 29,4% que no alcanzó significancia estadística ( $p = 0,07$ ).

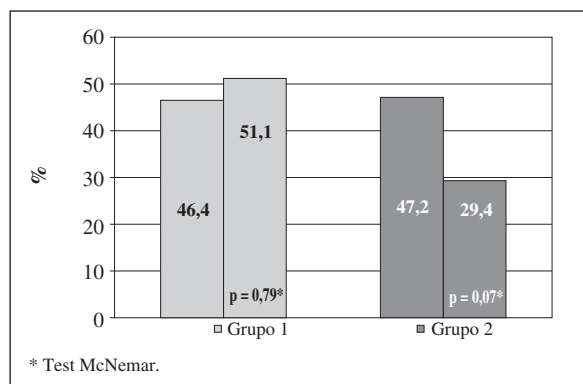


Fig. 4.—Cambio en la prevalencia de Síndrome Metabólico en el grupo 1 y 2 en el período 3 a 6 meses.

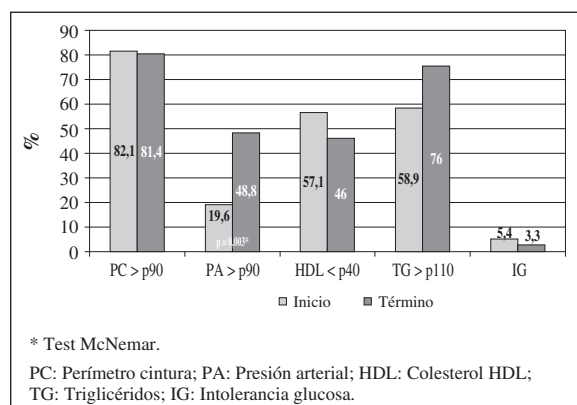


Fig. 5.—Variaciones en la prevalencia de factores de riesgo cardiovasculares en el grupo 1 en el período 3 a 6 meses.

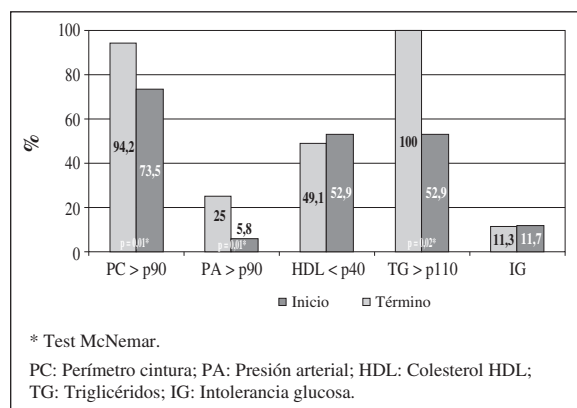


Fig. 6.—Variaciones en la prevalencia de factores de riesgo cardiovasculares en el grupo 2 en el período 3 a 6 meses.

### Variaciones en la prevalencia de los factores de riesgo cardiovasculares

En el grupo 1 (fig. 5), hubo un incremento significativo de la presión arterial elevada ( $p = 0,003$ ) sin cambios significativos en la prevalencia de obesidad abdominal ( $p = 0,99$ ); hipocolesterolemia HDL ( $p = 0,09$ ), hiperglicemia de ayuno ( $p = 0,56$ ) e hipertrigliceridemia ( $p = 0,08$ ) entre los 3 y 6 meses. En el grupo 2 (fig. 6), hubo una disminución significativa en la prevalencia de obesidad abdomi-

**Tabla IV***Modelo de regresión logística para analizar los cambios en los FRCV que componen el Síndrome Metabólico a los tres meses*

Variables	Intervención	Desarrollo puberal	Habitos alimentarios	Hábitos física
	OR [IC 95%]	OR [IC 95%]	OR [IC 95%]	OR [IC 95%]
Circunferencia Cintura (cm)	0,08 (0,02-0,30)	1,49 (0,48-4,68)	0,99 (0,68-1,44)	0,73 (0,53-1,01)
Presión arterial sistólica (mm Hg)	0,13 (0,01-1,20)	1,01 (0,27-3,85)	0,75 (0,48-1,17)	1,13 (0,69-1,87)
Presión arterial diastólica (mm Hg)	0,03 (0,003-0,32)	0,86 (0,35-2,10)	0,84 (0,58-1,23)	0,97 (0,69-1,36)
Glicemia (mg/dl)	0,25 (0,10-0,62)	1,32 (0,54-3,23)	0,78 (0,56-1,08)	1,22 (0,92-1,62)
Colesterol-HDL (mg/dl)	1,17 (0,49-2,83)	1,02 (0,41-2,56)	0,78 (0,56-1,08)	0,89 (0,67-1,17)
Triglicéridos (mg/dl)	0,46 (0,19-1,10)	0,77 (0,32-1,85)	1,03 (0,77-1,39)	0,86 (0,64-1,15)

OR: Odds ratio, [IC 95%]: Intervalo de confianza.

**Tabla V***Modelo de regresión múltiple en el cambio en grasa corporal y distancia recorrida a los tres meses*

	Grasa corporal <sup>1</sup>	p	Distancia recorrida <sup>2</sup>	p
	Coficiente $\beta$ (ES)		Coficiente $\beta$ (ES)	
Intervención	-2,1 (0,83)	0,01	100,9 (10,9)	0,00
Desarrollo puberal	1,5 (0,88)	0,10	1,9 (1,1)	0,86
Hábitos alimentarios	-0,2 (0,27)	0,44	0,4 (3,4)	0,91
Hábitos actividad física	0,2 (0,25)	0,50	-1,1 (3,5)	0,76

ES: Error estándar.

<sup>1</sup>Sin interacciones significativas.<sup>2</sup>Sin interacciones significativas.

nal ( $p = 0,01$ ), presión arterial elevada ( $p = 0,01$ ) e hipertrigliceridemia ( $p = 0,02$ ) entre los 3 y 6 meses, sin variaciones significativas en los otros componentes.

#### *Efecto de la intervención sobre los factores de riesgo cardiovasculares. Análisis multivariado*

Se realizaron modelos de regresión logística, para cada uno de los componentes del SM. En cada uno de los modelos se incorporaron las variables intervención, desarrollo puberal, hábitos alimentarios y hábitos de actividad física. Se observó que las variables desarrollo puberal, hábitos alimentarios y de actividad física, no influyen significativamente en las variables respuestas medidas. Por el contrario, la variable intervención mostró efectos protectores y significativos sobre circunferencia de cintura, PAD y glicemia (tabla IV).

#### *Efecto de la intervención sobre la grasa corporal y la condición física. Análisis multivariado*

Se planteó un modelo de regresión múltiple, para analizar el cambio de las variables dependientes del

estudio (grasa corporal y distancia recorrida), incorporando como variable independiente la intervención y ajustados por las variables desarrollo puberal, hábitos alimentarios y hábitos de actividad física. La intervención explicaría los cambios en la grasa corporal y la condición física (distancia recorrida). La intervención con ejercicio físico explicó una reducción de 2,1% de grasa corporal y un incremento de 100,9 m en la distancia recorrida (tabla V).

## Discusión

La intervención con ejercicio de fuerza muscular en niños y adolescentes obesos realizada al interior del sistema escolar, produjo una disminución significativa del peso, de la grasa corporal, de la obesidad abdominal y de otros FRCV asociados a la obesidad y al sedentarismo. La disminución del peso corporal y de la obesidad abdominal por si solos son logros importantes ya que en niños y adolescentes chilenos, la prevalencia del SM es proporcional al exceso de peso corporal (6,5% en los con sobrepeso y 40,3%, en los obesos severos) y la obesidad abdominal aumenta 17 veces el riesgo de

presentar el SM<sup>52</sup>. Estos resultados son similares a otras investigaciones que han utilizado el ejercicio físico de fuerza muscular con distintos objetivos. Chang et al.<sup>27</sup> estudió el impacto a largo plazo del ejercicio de fuerza muscular sobre los FRCV y la condición física en niños obesos de 12 a 14 años, demostrando una reducción del IMC de 0,6 puntos ( $p < 0,05$ ) en el grupo intervenido y un aumento de 0,5 ( $p < 0,05$ ) puntos en el grupo control. Otro estudio en niños obesos de 9 a 12 años, muestra una significativa reducción de la relación cintura-cadera con el ejercicio ( $p = 0,02$ )<sup>53</sup>. El estudio de Benson et al.<sup>54</sup> encontró resultados similares a este trabajo en la disminución de la circunferencia cintura (-0,8 ± 2,2 vs +0,5 ± 1,7 centímetros en intervenidos y controles respectivamente) ( $p = 0,008$ ).

La mayoría de las intervenciones que han utilizado esta modalidad de ejercicio han evaluado la grasa corporal al término de la intervención y seguimiento posterior. Ferguson et al.<sup>55</sup>, estudió el efecto de 4 meses de ejercicio de fuerza sobre la resistencia insulínica utilizando un modelo de intervención cruzada en niños obesos de 7 a 11 años, observando una reducción de grasa corporal de 2,2% ( $p < 0,001$ ). Otro estudio, que investigó el efecto de un programa de fuerza muscular durante ocho semanas en niños con sobrepeso u obesidad, mostró una disminución de la grasa corporal de 2,6% ( $p = 0,003$ )<sup>56</sup>. Otra intervención con ejercicio físico de fuerza muscular durante 10 semanas en niños con sobrepeso, de 5 a 10 años, que incluyó además tres sesiones de nutrición al niño y dos de educación alimentaria para los padres, muestra una mayor disminución del porcentaje de grasa corporal en los intervenidos que en los controles ( $p = 0,00051$ )<sup>57</sup>. Resultados similares encuentran Owens et al.<sup>58</sup>, quienes estudiaron el impacto de un programa de ejercicio durante cuatro meses en niños obesos, de 7 a 11 años observando una reducción del porcentaje de grasa corporal ([DELTA] = -2,2% en los intervenidos ( $p < 0,01$ )). Estudios en adultos han evidenciado que el ejercicio de resistencia de alta intensidad también disminuye la adiposidad<sup>59</sup>. Los resultados de estudios en niños eutróficos al igual que en los con sobrepeso, señalan que este tipo de ejercicio reduce significativamente la adiposidad central y total y aumenta la masa libre de grasa en asociación con la fuerza muscular<sup>54,60</sup>. El ejercicio de alta intensidad es el que está asociado con un mayor consumo de oxígeno y oxidación de grasa post-ejercicio comparado con el ejercicio de baja intensidad<sup>56</sup>. Sin embargo, cabe señalar que una extensa revisión sobre el efecto del ejercicio físico en niños obesos, determinó que la magnitud del cambio en la composición corporal después del ejercicio, está asociada a la grasa corporal inicial, a la intensidad y al tipo de ejercicio<sup>61</sup>.

En esta investigación, se analizaron dos intervenciones similares pero desfasadas en el tiempo. La intervención temprana consistente en educación alimentaria, apoyo psicológico y ejercicio de fuerza muscular durante los tres primeros meses y la intervención tardía con educación alimentaria y apoyo psicológico, por

tres meses y ejercicio físico entre el tercer y sexto mes. En ambas intervenciones se observó una disminución en la prevalencia del SM, aunque fue significativa sólo en el grupo 1 ( $p = 0,01$ ). De igual forma, en ambas intervenciones se observó una reducción del peso corporal, de la obesidad abdominal y de la hipertriglicéridemia agregándose además una disminución de la hiperglicemia de ayuno en el grupo 1 y de la presión arterial elevada en el grupo 2. Resultados similares se obtuvieron en los estudios de Woo et al.<sup>53</sup>, en donde la intervención de ejercicio físico de fuerza muscular a las seis semanas produjo una disminución de la obesidad abdominal ( $p < 0,02$ ) y de los niveles de colesterol total ( $p < 0,05$ ). Doyle et al.<sup>57</sup>, cuya intervención consistió en ejercicio físico de alta intensidad, más educación alimentaria nutricional a niños y padres, durante diez semanas, observó una disminución significativa de los niveles de triglicéridos en el grupo intervenido al compararlos con los controles ( $p = 0,0467$ ). Chang et al.<sup>63</sup>, mostraron una disminución de la prevalencia de hiperglicemia de ayuno de un 23,5% antes de la intervención a 9% a los tres meses y 0% a los nueve meses en el grupo intervenido versus un incremento de 23,1% a 29,4% a los 12 meses en el grupo control.

Los análisis de regresión logística muestran que los efectos de la intervención con ejercicio de fuerza muscular sobre la grasa corporal y los FRCV son independientes del desarrollo puberal y de los hábitos de ingesta y actividad física, observándose efectos significativamente protectores sobre la circunferencia de cintura (OR = 0,08; IC [0,02-0,30]), la presión arterial diastólica (OR = 0,03; IC [0,003-0,32]) y la glicemia (OR = 0,25; IC [0,10-0,62]).

En el grupo 1, se revierten los cambios observados tanto en la prevalencia del SM como en la de los FRCV, una vez que cesa la intervención, lo que señala la necesidad de mantenerla en el tiempo. Ferguson et al.<sup>55</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 porcentaje de grasa corporal disminuyeron significativamente en ambos grupos ( $p < 0,05$ ), durante el tiempo sometidos a ejercicio físico, con un incremento durante el período sin ejercicio.

Un tratamiento satisfactorio de la obesidad infantil aún no ha sido encontrado. Si bien los expertos recomiendan una intervención que combine ejercicio físico, nutrición, educación y terapia conductual<sup>64-66</sup>, la mantención del ejercicio físico en el tiempo parece fundamental. Estudios nacionales e internacionales coinciden en la baja adherencia de los escolares a programas de tratamiento de la obesidad instalados en el sistema de salud donde casi un tercio deserta después de la primera visita, menos del 20% completa un año de tratamiento y menos del 10% asiste los 2 años de la intervención<sup>67,68</sup>. Las investigaciones descritas anteriormente, han utilizado el tratamiento convencional, con un trabajo individual que requiere que el niño se movi-



lice al centro de salud semanal o mensualmente, lo que podría explicar la elevada tasa de deserción. Una de las fortalezas de esta investigación fue que el tratamiento es grupal, está dirigido a los escolares con sobrepeso y reciben el tratamiento en sus colegios, lo cual permitiría mejorar la adherencia y la mantención del ejercicio de entrenamiento muscular en el tiempo.

Entre las limitaciones del estudio es posible mencionar que el diseño utilizado para estudiar la asociación entre la variable exposición y respuesta fue de tipo cuasi experimental no randomizado, la calidad de la evidencia es categorizada como moderada en comparación con la alta calidad de la evidencia de los estudios randomizados<sup>69</sup>. Los resultados de este trabajo se limitarán sólo a los escolares intervenidos, pero no es posible generalizar a la población objetivo de la región, ni tampoco del país. Para esto se debe realizar un estudio de efectividad, que entregará evidencia esencial a la eventual implementación de Políticas y Programas intersectoriales en el ámbito Salud-Educación dirigidos a la prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles.

## Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por el Proyecto Domeyko de la Universidad de Chile y el Programa U-Apoya, Universidad de Chile. También agradecemos la participación activa y motivada de las comunidades educativas que participaron en este estudio.

## Referencias

- Ebbeling C, Pawlak D, Ludwig D. Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet* 2002; 360: 473-482.
- Muzzo S, Cordero J, Ramirez I, Burrows R. Trend in nutritional status and stature among school age children in Chile. *Nutrition* 2004; 20: 867-973.
- Chile. Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas. Mapa Nutricional [En Línea]. [2010?] [citado 22 Agosto de 2012]. Disponible en: URL:[http://sistemas.junaeb.cl/estadosnutricionales\\_2010/index2.php](http://sistemas.junaeb.cl/estadosnutricionales_2010/index2.php)
- Martínez JA. Body-weight regulation: causes of obesity. *Proc Nutr Soc* 2000; 59 (3): 337-345.
- Uauy R, Albala C, Kain J. Obesity trends in Latin America: transiting from under- to overweight. *J Nutr* 2001; 131: 893S-899S.
- Popkin BM. The nutrition transition and obesity in the developing world. *J Nutr* 2001; 131: 871S-873S.
- Popkin BM (2002). An overview on the nutrition transition and its health implications: the Bellagio meeting. *Public Health Nutr* 2002; 5: 93-103.
- Popkin BM, Gordon-Larsen P. The nutrition transition: worldwide obesity dynamics and their determinants. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004; 28: S2-S9.
- Cornier MA, Dabelea D, Hernandez TL, Lindstrom RC, Steig AJ, Stob NR et al. The metabolic syndrome. *Endocr Rev* 2008; 29: 777-822.
- Freedman D, Dietz WH, Srinivasan S, Berenson G. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: The Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 1999; 103: 1175-1182.
- Burrows R, Gattas V, Leiva L, Barrera G, Burgueño M. Características biológicas, familiares y metabólicas de la obesidad infantil y juvenil. *Rev Med Chil* 2001; 129: 1155-1162.
- Barja S, Arteaga A, Acosta A, Hodgson MI. Resistencia insulínica y otras expresiones del síndrome metabólico en niños obesos chilenos. *Rev Med Chil* 2003; 131: 259-268.
- Burrows A, Burgueño A, Leiva B, Ceballos X, Guillier I, Gattas V et al. Perfil metabólico de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes obesos con menor sensibilidad insulínica. *Rev Med Chil* 2005; 133: 795-804.
- Daniels SR. Complications of obesity in children and adolescents. *Int J Obes (Lond)* 2009; 33: S60-S65.
- Dezenberg CV, Nagy TR, Gower BA, Johnson R, Goran MI. Predicting body composition from anthropometry in pre-adolescent children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999; 23: 253-259.
- Freedman D, Khan LK, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson G. Relationship of childhood obesity to coronary heart disease risk factors in adulthood: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 2001; 108: 712-718.
- Must A, Strauss RS. Risks and consequences of childhood and adolescent obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999; 23: S2-S11.
- Whitaker R, Wright J, Pepe M, Seidel K, Dietz WH. Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *N Engl J Med* 1997; 337: 869-873.
- Sun SS, Liang R, Huang TT, Daniels SR, Arslanian S, Liu K, et al. Childhood obesity predicts adult metabolic syndrome: the Fels Longitudinal Study. *J Pediatr* 2008; 152: 191-200.
- Freedman D, Dietz WH, Srinivasan S, Berenson G. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: The Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 1999; 103: 1175-1182.
- Chile. Ministerio de Salud. Estado nutricional de las embarazadas en control, según Región [En Línea]. 2009 [citado 17 Septiembre de 2010]. Disponible en: URL: <http://www.minsal.cl/>
- Reilly JJ, Armstrong J, Dorosty AR, Emmett PM, Ness A, Rogers I et al. Early life risk factors for obesity in childhood: cohort study. *BMJ* 2005; 330: 1357-1363.
- Stein CJ, Colditz GA. The epidemic of obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89: 2522-2525.
- Hills AP, King NA, Armstrong TP. The contribution of physical activity and sedentary behaviors to the growth and development of children and adolescents: implications for overweight and obesity. *Sports Med* 2007; 37: 533-545.
- Jackman RW, Kandarian SC. The molecular basis of skeletal muscle atrophy. *Am J Physiol Cell Physiol* 2004; 287: C834-C843.
- Blair SN, Cheng Y, Holder JS. Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: S379-S399.
- 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.
- 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.
- 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.
- Saris WH. The role of exercise in the dietary treatment of obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1993; 17: S17-S21.
- Hawley JA. Exercise as a therapeutic intervention for the prevention and treatment of insulin resistance. *Diabetes Metab Res Rev* 2004; 20: 383-393.
- Hawley JA, Lessard SJ. Exercise training-induced improvements in insulin action. *Acta Physiol (Oxf)* 2008; 192: 127-135.
- Shaibi GQ, Cruz ML, Ball GD, Weigensberg MJ, Salem GJ, Crespo NC et al. Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight Latino adolescent males. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38: 1208-1215.

34. Watts K, Beyre P, Siafarikas A, O'Driscoll G, Jones TW, Davis EA et al. Effects of exercise training on vascular function in obese children. *J Pediatr* 2004; 144: 620-625.
35. 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: 153-157.
36. 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: 332-339.
37. Hood DA. Invited Review: contractile activity-induced mitochondrial biogenesis in skeletal muscle. *J Appl Physiol* 2001; 90: 1137-1157.
38. 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. 2007. Santiago: Nestlé Chile S.A., pp. 51-63.
39. Faigenbaum AD. State of the art reviews: resistance training for children and adolescents: are there health outcomes? *Am J Lifestyle Med* 2007; 1 (3): 190-200.
40. National Center for Health Statistical (NCHS) - Centers for Disease Control and Prevention (CDC) [Online]. [2002?] [citado 16 Agosto de 2012]. Available from: URL: <http://www.cdc.gov/GrowthCharts/>
41. 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 07 Agosto de 2011]. Disponible en: URL: <http://webhosting.redsalud.gov.cl/minsal/archivos/alimentosynutricion/estrategiaintervencionorientacionespasaf2008.doc>
42. Díaz E, Saavedra C, Meza J. Documento técnico elaborado para MINSAL. Guía contemporánea de ejercicio y salud. 2007. Santiago, Chile.
43. 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.
44. Lohman TG, Boileau RA, Slaughter RA. Body composition in children. In: Lohman TG. Editor. Human body composition. 1984. New York: Human Kinetics, pp. 29-57.
45. 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.
46. Fernandez 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.
47. 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.
48. 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.
49. 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.
50. 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.
51. Hollis S, Campbell F. What is meant by intention to treat analysis? Survey of published randomized controlled trials. *BMJ* 1999; 319: 670-674.
52. Burrows R, Leiva L, Weisstaub G. Síndrome metabólico en niños y adolescentes: asociación con sensibilidad insulínica y con magnitud y distribución de la obesidad. *Rev Med Chil* 2007; 135: 174-181.
53. Woo KS, Chook P, Yu CW, Sung R, Qiao M, Leung S et al. Effects of diet and exercise on obesity-related vascular dysfunction in children. *Circulation* 2004; 109: 1981-1986.
54. Benson AC, Torode ME, Fiatarone Singh MA (2008). The effect of high-intensity progressive resistance training on adiposity in children: a randomized controlled trial. *Int J Obes* 2008; 32: 1016-1027.
55. 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: 889-895.
56. McGuigan MR, Tataschiere M, Newton RU, Pettigrew S. Eight weeks of resistance training can significantly alter body composition in children who are overweight or obese. *J Strength Cond Res* 2009; 23: 80-85.
57. Doyle-Baker PK, Venner AA, Lyon ME, Fung Tn. Impact of a combined diet and progressive exercise intervention for overweight and obese children: the B.E. H.I.P. study. *Appl Physiol Nutr Metab* 2011; 36: 515-525.
58. Owens S, Gutin B, Allison J, Riggs S, Ferguson M, Litaker M, et al. Effect of physical training on total and visceral fat in obese children. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31: 143-148.
59. Kay SJ, Fiatarone Singh MA. The influence of physical activity on abdominal fat: a systematic review of the literature. *Obes Rev* 2006; 7: 183-200.
60. Treuth MS, Hunter GR, Pichon C, Figueroa-Colon R, Goran MI (1998). Fitness and energy expenditure after strength training in obese prepubertal girls. *Med Sci Sports Exerc* 30: 1130-1136.
61. LeMura LM, Maziekas MT. Factors that alter body fat, body mass, and fat-free mass in pediatric obesity. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 487-496.
63. 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.
64. Suskind RM, Blecker U, Udall J, von Almen TK, Schumacher HD, Carlisle L et al. Recent advances in the treatment of childhood obesity. *Pediatric Diabetes* 2000; 1: 23-33.
65. Reinerhr T, Kersting M, Alex U, Andler W. Long-term follow-up of overweight children: after training, after a single consultation session, and without treatment. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2003; 37: 72-74.
66. Braet C, Winckel MV, Leeuwen KV. Follow-up results of different treatment programs for obese children. *Acta Paediatr* 1997; 86: 397-402.
67. Pinelli L, Elerdini N, Faith MS, Agnello D, Ambruzzi A, De Simone M et al. Childhood obesity: results of a multicenter study of obesity treatment in Italy. *J Pediatr Endocrinol Metab* 1999; 12 (Suppl. 3): 795-799.
68. Barja S, Nuñez E, Velandia S, Urrejola P, Hodgson MI. Adherencia y efectividad a mediano plazo del tratamiento de la obesidad infantil. *Rev Chil Pediatr* 2005; 76 (2): 151-158.
69. Atkins D, Briss P, Eccles M, Flottorp S, Guyatt GH, Harbour RT, Hill S, Jaeschke R, Liberati A, Magrini N, Mason J, O'Connell D, Oxman AD, Phillips B, Schünemann H, Edejer TT, Vist GE, Williams JW Jr; GRADE Working Group (2005). Systems for grading the quality of evidence and the strength of recommendations II: Pilot study of a new system. *BMC Health Serv Res* 2005; 5: 25.