



Original / *Deporte y ejercicio*

Estudio piloto de la efectividad de una intervención basada en juegos sobre el estado nutricional y la fuerza muscular en niños

Johana Patricia Soto-Sánchez^{1,2,5}, Nicolás Fernando Pavez Saldívar¹, Javier Ignacio Bravo-Gatica¹, Alan Rigoberto White Ortiz¹, Francisco Ignacio Jaque Fernández¹, Cristian Ignacio Vargas-Gyllen¹, Sandra Arriagada Cárdenas¹, Fernando Carrasco Naranjo³ y Marcelo Antonio Cano-Cappellacci^{1,4}

¹Laboratorio de Ciencias de la Actividad Física. Programa de Fisiología. Instituto de Ciencias Biomédicas. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. Chile. ²Facultad de Ciencias de la Actividad Física. Universidad de Playa Ancha. Chile.

³Departamento de Nutrición. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. ⁴Escuela de Kinesiología. Facultad de Medicina. Universidad de Chile. Chile. ⁵Facultad de Salud. Deporte y Recreación. Universidad Bernardo O'Higgins. Chile.

Resumen

Introducción: La malnutrición por exceso es una constante en países en vías de desarrollo, Chile no es una excepción ya que existe una marcada tendencia hacia el sobrepeso y obesidad en la población escolar. La fuerza muscular ha sido asociada con un adecuado estado de salud cardiovascular y metabólica en la población escolar. Se necesitan intervenciones efectivas, que utilicen herramientas lúdicas y que permitan mejorar el estado nutricional y la capacidad física de los escolares.

Objetivo: Valorar la efectividad de una intervención basada en juegos realizados dentro de la jornada escolar de los niños para mejorar el estado nutricional y la fuerza muscular.

Método: 156 escolares de 7 a 15 años, pertenecientes a dos colegios municipalizados con jornada escolar completa, participaron de un programa piloto basado en juegos recreativos dinámico durante 45 minutos de lunes a viernes durante 3 meses, en el recreo más extenso de la jornada escolar.

Resultados: Al finalizar la intervención se observó una modificación estadísticamente significativa en el estado nutricional, donde destaca un aumento de niños que alcanza el estado nutricional normal. En aquellos que fueron clasificados previamente como obesos se logra modificar su estado nutricional hacia sobrepeso ($p < 0,001$). Se observó una disminución de la fuerza muscular del tren inferior al término del estudio ($p < 0,001$).

Conclusiones: Se demostró el impacto positivo de una intervención basada en juegos recreativos dinámicos durante los recreos escolares, con modificación positiva en el estado nutricional, pero sin mejoría de la fuerza muscular de los escolares.

(Nutr Hosp. 2014;30:147-152)

DOI:10.3305/nh.2014.30.1.7485

Palabras clave: *Obesidad infantil. Desorden nutricional en niños. Actividad física. Fuerza muscular.*

Correspondencia: Johana Patricia Soto-Sánchez.
Laboratorio de Ciencias de la Actividad Física.
Facultad de Medicina. Universidad de Chile.
Independencia 1027.
8380453 Santiago de Chile.
E-mail: johanasoto@ug.uchile.cl

Recibido: 8-IV-2014.
Aceptado: 8-V-2014.

PILOT STUDY ABOUT THE EFFECTIVITY OF AN INTERVENTION BASED ON GAMES IN NUTRITIONAL STATUS AND MUSCLE STRENGTH ON CHILDREN

Abstract

Introduction: The overnutrition is a constant on developing countries; Chile is not an exception because it has a marked tendency to overweight and obesity in schoolchildren. The muscular strength has been associated with cardiovascular and metabolic health status in scholars. Effective interventions using games are needed to improve the nutritional status and physical fitness in school children.

Objective: To assess the intervention effectiveness based on games played at school time to improve the nutritional status and physical fitness in schoolchildren.

Method: 156 students aged between 7 to 15 years, attending to two public schools with full school day, to which a pilot program was applied. This pilot program was based on dynamic recreational games during 45 minutes from monday to friday for 3 months in the largest playtime of the school day.

Results: At the end of the intervention, we observed a significant modification on children nutritional status, which highlights an increase in the number of children that reached the normal nutritional status ($p < 0.001$). We also observed a significant number of obese children who reached overweight nutritional status ($p < 0.001$). We also observed a decrease of leg muscular strength at the end of the study.

Conclusions: We found a positive effect of a program based on dynamic recreational games in the largest school playtime, improving nutritional status. However, we didn't observed modifications in the muscular strength.

(Nutr Hosp. 2014;30:147-152)

DOI:10.3305/nh.2014.30.1.7485

Key words: *Childhood obesity. Child nutrition disorders. Physical activity. Muscle strength.*

Introducción

La obesidad es un problema de salud pública a nivel mundial y la importancia de ser estudiada y controlada durante la niñez y adolescencia está fundamentada en su impacto biopsicosocial^{1,2}. En Chile la prevalencia de obesidad infantil se incrementa año tras año, así los escolares de 6 años que ingresaron a primer año de educación primaria en el año 2004, presentaron una prevalencia de obesidad de 17,3%, mientras que en los preescolares asistentes a jardines de la Junta Nacional de Jardines Infantiles, fue 10,6% en el año 2005³. En el año 2011 se ha visto que los menores de 6 años presentan un 21,7% de obesidad y los escolares de educación primaria un 22,1%⁴.

En la población infantil, un mayor nivel de fuerza muscular y de masa libre de grasa, se han asociado con mejor salud cardiovascular y con niveles altos de contenido mineral óseo⁵. Adicionalmente se ha demostrado que los ejercicios de contra-resistencia incrementan el tamaño de las fibras musculares, la fuerza muscular y la función neuromuscular, contribuyendo a disminuir el tejido adiposo a nivel abdominal^{6,7}. La relación entre fuerza muscular y salud infantil se ha explicado por el aumento de la fuerza muscular, la cual permite mantener un adecuado control del metabolismo energético, habiéndose demostrado que una mayor masa muscular es capaz de producir un mayor gasto energético, tanto en una condición de reposo, como durante la realización de ejercicio físico⁸. Un adecuado nivel de masa libre de grasa permite la realización de las actividades de la vida diaria⁹, además de preservar y prevenir patologías en la edad adulta¹⁰ tales como osteoporosis, osteoartritis y sarcopenia⁷.

En adultos, la dosis-respuesta apropiada para generar una adaptación en el tejido muscular, ha sido dilucidada considerando la duración, la frecuencia semanal, el tipo de actividad y la intensidad del trabajo físico, siendo esta última la variable más importante para inducir los cambios metabólicos^{11,12}. Para niños y adolescentes la Organización Mundial de la Salud (OMS) señala en sus guías de actividad física para la población de 6 a 17 años que este grupo etario debe realizar actividad física de moderada a vigorosa por lo menos 60 minutos al día, los 7 días de la semana¹³. Sin embargo, para lograr esta recomendación se requiere de iniciativas novedosas y atractivas para esta población, donde se debe analizar el lugar más apropiado para aumentar el nivel de actividad física, es así como el colegio surge como una buena alternativa para implementar programas que incrementen el gasto energético de los estudiantes. El objetivo de este artículo es valorar la efectividad de una intervención basada en juegos, realizados dentro de la jornada escolar para mejorar el estado nutricional y la fuerza muscular.

Material y método

Selección de la muestra

En este estudio piloto se realizó una intervención con un plan de actividad física basada en juegos, realizados 5 días a la semana durante 12 semanas, al interior de dos establecimientos educacionales municipalizados de enseñanza básica, con jornada escolar completa, pertenecientes a la comuna de Llanquihue (Chile) durante el recreo de mayor duración (45 minutos). El diseño de este estudio es cuasi-experimental, con pre y post *test*, sin grupo control.

La selección de la muestra fue por conveniencia, 2 escuelas fueron invitadas a participar y a su vez se invitó a los padres y alumnos a participar de manera voluntaria. Comenzaron el estudio 160 sujetos, de los cuales 4 abandonaron el estudio, por lo tanto el análisis se realizó con 156 niños (64 mujeres y 92 hombres) con edades entre los 7 y 15 años.

Los criterios de exclusión del estudio fueron: embrazo, lesión músculo-tendinosa y cualquier patología que impidiera la realización de actividad física. El protocolo de estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación en Seres Humanos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile (registro 125-2012).

Evaluación del estado nutricional

En el establecimiento educacional, se evaluó el peso corporal (kg), con una balanza digital (TANITA, HD 313, EEUU); la estatura (m) fue determinada utilizando un estadiómetro. El cálculo del índice de masa corporal (IMC) se realizó de acuerdo a la fórmula: peso (kg)/[estatura (m)]². Los protocolos de medición utilizados corresponden a la norma técnica chilena¹⁴, para determinar su peso el niño o adolescente debe estar descalzo, con un mínimo de ropa, para determinar su estatura se situó descalzo sobre un piso plano y horizontal, de espalda al instrumento de medición, manteniendo la cabeza cómodamente erguida. El estado nutricional se clasificó por el Z-IMC según OMS¹⁵, para esto se consideró la maduración sexual, la que fue establecida por auto-reporte utilizando las fotografías de los estadios de maduración puberal.

Evaluación de fuerza muscular

Para la evaluación de la fuerza muscular en niños han sido propuestas diferentes pruebas físicas. En el caso de las extremidades superiores, se utilizó la prueba de dinamometría manual (DM) que tiene por objeto evaluar la presión máxima de ambas manos. Esta prueba es válida y confiable para esta población^{17,18}, antes de su aplicación es necesario considerar el tamaño de la mano y el género^{19,20}. Se utilizó un dinamómetro modelo Smedley de 100 kg (TTM, Tokio), manteniendo

do el brazo al costado del cuerpo, con el codo extendido manteniendo la presión máxima por dos segundos, tanto con la mano derecha como con la izquierda. Para el análisis se consideró el mayor valor de presión obtenida en ambas manos y luego estos valores se promediaron^{5,21,22}. La fuerza fue además expresada en términos relativos al peso corporal, como un cociente²¹ (CDM). En cuanto a la evaluación de la fuerza de las extremidades inferiores, se utilizó la prueba de salto largo a pies juntos^{9,17,18,21,22,24-26}, la que consiste en saltar de manera horizontal desde una línea delimitada la mayor distancia posible con los pies juntos, se realizaron tres intentos y fue considerado el mejor salto alcanzado (SM). Además la fuerza se expresó en términos relativos a la estatura, como un cociente²³ (CSM).

Característica de la intervención

Esta fue una intervención piloto, basada en juegos recreativos, pre-deportivos y deportivos dinámicos que involucrasen todos los segmentos corporales. Esta intervención se realizó en un contexto lúdico, durante el recreo más extenso de las 2 escuelas, con una duración de 45 minutos los 5 días hábiles de la semana.

Análisis estadístico

Los resultados fueron sometidos a análisis estadístico descriptivo e inferencial, siendo aplicada la prueba de normalidad de Shapiro Wilk a las variables cuantitativas. Para determinar las diferencias pre y post test, se utilizó la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas. Para comparar las modificaciones del estado nutricional se utilizó la prueba de simetría.

Las diferencias fueron consideradas estadísticamente significativas toda vez que $p < 0,05$. Estos análisis fueron realizados con el programa estadístico STATA 12,1 (Stata Corp, College Station, TX).

Resultados

Se estudiaron 156 niños (64 mujeres y 92 varones). Los que se distribuyeron al inicio del estudio en catego-

rías de peso normal ($n = 21$), sobrepeso ($n = 20$) y obesidad ($n = 115$), no habiéndose encontrado individuos con déficit nutricional. Se observó una disminución de la frecuencia de obesidad desde 73% al inicio a 64% al final del estudio, y además se encontró un aumento del número de niños con un peso apropiado desde un 13,5% inicial a un 21,2% al finalizar la intervención ($p < 0,001$), además se observó que en los niños que presentaban sobrepeso al inicio del estudio (12,8%), la mitad de ellos ($n = 10$) finalizaron el estudio con peso normal y sólo uno de ellos empeoró su condición de salud y finalizó el estudio en el grupo de los niños con obesidad ($p < 0,001$) (tabla I).

En la tabla II, se presentan los resultados de todos los participantes del estudio antes y después de la intervención. Se observa una disminución de la fuerza muscular específicamente en la prueba de SM, que es estadísticamente significativa ($p < 0,001$).

En la tabla III, se presentan los datos agrupados por género, en las variables antropométricas no se observan diferencias entre hombres y mujeres, destacando en los hombres un aumento significativo para el peso corporal ($p = 0,013$), y la estatura ($p < 0,001$), sin presentarse estas diferencias en las mujeres. Respecto al IMC se presentan diferencias por género, donde las mujeres presentaron un mayor IMC en comparación con los varones tanto al inicio ($p = 0,021$) como al término de la intervención ($p = 0,030$). En cuanto a la fuerza muscular y analizando por género la prueba de DM, los hombres presentaron mayor fuerza máxima al inicio de la intervención en comparación con las niñas ($p = 0,040$). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas al término del estudio, el CDM se comportó de manera similar a la fuerza absoluta al analizar por género, donde los varones presentaron un mayor cociente tanto al inicio ($p = 0,040$) como al término de la intervención ($p = 0,044$), lo mismo que fue observado para SM y CSM tanto al inicio como al término de la intervención ($p < 0,001$).

Discusión

Se observó un aumento significativo del peso corporal y la estatura durante el período de la intervención, pero al analizarse por IMC y categorizando por el puntaje Z del

Tabla I
Movilidad del estado nutricional pre y post intervención

Estado nutricional pre-intervención	Total	Estado nutricional post-intervención			p value
	Pre-intervención	Peso normal	Sobrepeso	Obesidad	
Peso normal	21 (13,5)	21 (13,5)	0	0	
Sobrepeso	20 (12,8)	10 (6,4)	9 (5,8)	1 (0,6)	
Obesidad	115 (73,7)	2 (1,3)	14 (8,9)	99 (63,5)	
Total	156 (100)	33 (21,2)	23 (14,7)	100 (64,1)	<0,001

Número de sujetos como valor absoluto y cómo % entre paréntesis, prueba de Simetría para calcular valor de p .

Tabla II
Características de la muestra pre y post intervención

	Pre		Post		p value
	Mediana	Percentil 25-75	Mediana	Percentil 25-75	
Peso (kg)	47,5	35,4-62,3	48,4	36,9-62,6	<0,001
Estatura (m)	1,42	1,30-1,53	1,43	1,31-1,54	<0,001
IMC (kg/m ²)	23,6	19,9-27,6	23,7	19,9-27,8	<0,05
Perímetro de cintura (cm)	73,0	65,5-81,0	74,1	66,0-84,5	0,057
DM (kg)	18,0	13,9-24,9	18,5	13,2-25,4	0,413
CDM	0,39	0,33-0,46	0,39	0,31-0,48	0,764
SM	117	103-140	115,5	101-136	<0,001
CSM	0,84	0,76-1,02	0,81	0,74-0,98	<0,001

DM: Dinamometría de mano (kg), CDM: Cociente dinamometría mano (DM (kg)/peso (kg)), SM: salto máximo (cm), CSM: Cociente de salto máximo (SM (cm)/estatura (cm)), Test de Wilcoxon para calcular valor de *p*.

Tabla III
Características al inicio y el término del estudio por género

Media (desviación estándar)	Pre intervención			Post intervención		
	Mujeres (n = 64)	Varones (n = 92)	p value	Mujeres (n = 64)	Varones (n = 92)	p value
Peso (kg)	50,9 (17,1)	49,5 (18,4) ^a	0,435	51,4 (17,3)	50,2 (18,7) ^b	0,527
Estatura (m)	1,40 (0,13)	1,43 (0,16) ^a	0,303	1,41 (0,13)	1,45 (0,16) ^b	0,272
IMC (kg/m ²)	15,1 (5,3)	13,4 (5,4)	0,021	15,1 (5,4)	13,1 (5,1)	0,030
Perímetro de cintura (cm)	74,3 (11,3)	73,6 (12,2)	0,535	72,7 (21,7)	70,6 (23,9)	0,257
DM (kg)	10,8 (8,0)	18,0 (6,3)	0,040	11,3 (9,9)	18,3 (7,1)	0,044
CDM	0,36 (0,10)	0,43 (0,11)	0,004	0,36 (0,10)	0,43 (0,14)	0,004
SM (cm)	110,8 (11,1) ^a	134,3 (34,6) ^a	<0,001	108,9 (11,0) ^b	131,0 (34,0) ^b	<0,001
CSM	0,79 (0,15) ^a	0,93 (0,10) ^a	<0,001	0,77 (0,15) ^b	0,90 (0,10) ^b	<0,001

DM: Dinamometría de mano (kg), CDM: Cociente dinamometría mano (DM (kg)/peso (kg)), SM: salto máximo (cm), CSM: Cociente de salto máximo (SM (cm)/estatura (cm)), ^{a,b}: diferencia significativa sobre el mismo género comparando entre pre y post intervención con un valor de *p* < 0,05.

IMC, se observó un cambio positivo hacia la categoría de peso normal. Cuando se analizó la información por género se observó que los varones son los que muestran una mayor movilidad entre las categorías de IMC. Sin embargo, los niños que continuaron en la categoría de obesidad se hicieron aún más obesos, aumentando su perímetro de cintura de manera significativa, además del peso corporal e IMC. Esta situación es compleja desde el punto de vista sanitario porque los niños obesos tienen mayor riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles como diabetes tipo 2²⁷, dislipidemias y osteoartritis, entre otras patologías, habiéndose demostrado que el riesgo de padecerlas se duplica en los que tuvieron exceso de peso en la niñez y es aún mayor si éste se mantuvo en la adolescencia²⁸. Nguyen y cols, en el año 2010²⁹, encontraron una relación directa entre diabetes mellitus tipo 2 y obesidad donde un 80,3% de los diabéticos desarrolló previamente sobrepeso u obesidad.

En las mujeres, se observó un aumento significativo del perímetro de cintura al término del estudio, este hecho puede estar influenciado por el crecimiento. Sin embargo, estudios prospectivos han demostrado que el aumento de la grasa abdominal actúa como un factor de riesgo independiente para el desarrollo de diabetes tipo

2 y de enfermedades cardiovasculares, tales como hipertensión, enfermedad coronaria y accidentes cerebrovasculares^{30,31}, situación que ha sido observada en niños y adolescentes en distintos estudios^{32,33,34}. Una debilidad de la presente intervención piloto es que en ella sólo se intervino en la cantidad de actividad física realizada en el contexto escolar, dejando sin control la dieta y la actividad física en el tiempo libre.

La fuerza muscular tanto en mujeres como en varones mostró una disminución en extremidades inferiores. Este hecho pudiera estar más asociado al mayor peso corporal de los niños. Otra causa de este fenómeno podría radicarse en una desmotivación presentada por los alumnos con obesidad al realizar los juegos y las evaluaciones de la condición física junto con sus compañeros. En este trabajo además se expresaron los valores de fuerza muscular como cocientes²³, lo que sería una forma más adecuada de expresar la fuerza en grupos con diferentes estados nutricionales, porque ha sido demostrado que niños con sobrepeso u obesidad presentan mayor nivel de fuerza absoluta²², por tanto la utilización de este cociente sería más adecuado para realizar un tamizaje de una población. Esto es relevante debido a que en adultos se ha demostrado que la fuerza

máxima de la extremidad superior es un potente predictor de morbilidad y mortalidad^{35,36}.

El hecho más preocupante e interesante como línea de estudio es que los niños que continuaron siendo obesos aumentaron su IMC y perímetro de cintura (datos no presentados en la presente investigación). Por lo anterior es probable que un programa de intervención en niños obesos muestre mejores resultados si es que se realiza con apoyo clínico especializado y con intensidades de trabajo programadas individualmente, de acuerdo a la condición física de cada niño.

Durante este estudio, se observó un efecto positivo sobre el estado nutricional de los niños, aumentando la proporción de niños con peso normal. Una de las limitaciones del estudio es que se desarrolló en los momentos de tiempo libre de los niños, los cuales constituyen un espacio de esparcimiento y donde los niños podían decidir el hecho de participar o no en las actividades propuestas. Por lo anterior, es posible que este tipo de intervención pueda ser más exitoso si se aplica como una actividad dentro del currículum, junto con una intervención en educación alimentaria que incluya a los niños con sus padres y/o apoderados.

Conclusión

Durante las 12 semanas en que se efectuó una intervención en los recreos escolares durante 45 minutos, basada en juegos recreativos dinámicos, se observó una modificación positiva en el estado nutricional de los escolares. No se observaron cambios significativos en la fuerza muscular después del periodo de intervención.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración de los niños, padres y/o apoderados y del personal docente y administrativo de los establecimientos educacionales de la comuna de Llanquihue que participaron desinteresadamente en este estudio.

Referencias

1. Sánchez-Contreras M, Moreno-Gómez G, Marín-Grisales M, García-Ortiz L, Factores de Riesgo Cardiovascular en Poblaciones Jóvenes. *Revista de Salud Pública* 2009; 11: 110-22.
2. Lawlor D, Benfield L, Logue J, Tilling K, Howe L D, Fraser A y cols. Association between general and central adiposity in childhood, and change in these, with cardiovascular risk factors in adolescence: prospective cohort study. *BMJ* 2010; 341: c6224.
3. Kain J, Uauy R, Leyton B, Cerda R, Olivares S, Vio F, Effectiveness of a dietary and physical activity intervention to prevent obesity in school age children. *Rev Med Chil* 2008; 136: 22-30.
4. Junta Nacional de Auxilio y Becas (JUNAEB), Mapa Nutricional. Revised December, 2013: <http://bpt.junaeb.cl:8080/MapaNutricionalGx/>
5. Ortega F, Ruiz J, Castillo M, Sjöström M, Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)* 2008; 32: 1-11.
6. Melov S, Tarnopolsky M, Beckman K, Felkey K, Hubbard, A, Resistance exercise reverses aging in human skeletal muscle. *PLoS One* 2007; 2: e465
7. Physical Activity Guidelines Advisory Committee report, 2008. To the Secretary of Health and Human Services. Part A: executive summary. *Nutr Rev* 2009; 67: 114-20.
8. Wolfe R, The underappreciated role of muscle in health and disease. *Am J Clin Nutr* 2006; 84: 475-82.
9. Ruiz J, Sui X, Lobelo F, Morrow J, Jackson A, Sjöström M y cols. Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *BMJ* 2008; 337: a439.
10. Pollock M, Franklin B, Balady G, Chaitman B, Fleg J, Fletcher B. AHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation* 2000; 101: 828-33.
11. Burgomaster K, Heigenhauser G, Gibala M. Effect of short-term sprint interval training on human skeletal muscle carbohydrate metabolism during exercise and time-trial performance. *J Appl Physiol* 2006; 100: 2041-7.
12. Burgomaster A, Howarth K, Phillips S, Rakobowchuk M, Macdonald M, McGee S L y cols Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol* 2008; 586: 151-60.
13. Organization, W. H. (2010). Global recommendations on physical activity for health. Revised January 2014: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/9789241599979/es/>.
14. Pizarro T, Rodríguez L, Mansoni N, Samur D, Santander D, Narkunska D y cols. Norma Técnica de Evaluación Nutricional del niño de 6 a 18 años. 2003: Revised January 2014 <http://soporte.corpcolina.cl/estacion-clinica/programa-adolescente/NormaEvNut6a18anos.pdf/view>.
15. World Health Organization, Child growth standards Geneva 2007.
16. Tanner J, Whitehouse R Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity, and stages of puberty. *Arch Dis Child* 1976; 51: 170-9.
17. Castro-Piñero J, Artero E, España-Romero V, Ortega F, Sjöström M, Suni, J. Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: a systematic review. *Br J Sports Med* 2010; 44: 934-43.
18. Artero E, España-Romero V, Castro-Piñero J, Ortega F, Suni J, Castillo-Garzon M. Reliability of field-based fitness tests in youth. *Int J Sports Med* 2011; 32: 159-69.
19. Ruiz-Ruiz J, Mesa J, Gutiérrez A, Castillo M. Hand size influences optimal grip span in women but not in men. *J Hand Surg Am* 2002; 27: 897-901.
20. España-Romero V, Artero E, Santaliestra-Pasias A, Gutiérrez A, Castillo M, Ruiz J. Hand span influences optimal grip span in boys and girls aged 6 to 12 years. *J Hand Surg Am* 2008; 33: 378-84.
21. Ruiz J, España-Romero V, Ortega F, Sjöström M, Castillo M, Gutiérrez A. Hand span influences optimal grip span in male and female teenagers. *J Hand Surg Am* 2006; 31: 1367-72.
22. Moliner-Urdiales D, Ortega F, Vicente-Rodríguez G, Rey-López J, Gracia-Marco L, Widhalm K. Association of physical activity with muscular strength and fat-free mass in adolescents: the HELENA study. *Eur J Appl Physiol* 2010; 109: 1119-27.
23. Cano M, Soto J, Pavez N, White Ortiz A. Uso del Cociente de fuerza como evaluación de la condición física en niños obesos. *Nutrición Hospitalaria* 2012; 27 (S03): 51.
24. Ortega F, Ruiz J, Castillo M, Moreno L, González-Gross M, Wärnberg J. Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study). *Rev Esp Cardiol* 2005; 58: 898-909.
25. Milliken L, Faigenbaum A, Loud R, Westcott W. Correlates of upper and lower body muscular strength in children. *J Strength Cond Res* 2008; 22: 1339-46.
26. Moliner-Urdiales D, Ruiz J, Vicente-Rodríguez G, Ortega F, Rey-Lopez J, España-Romero V. Associations of muscular and cardiorespiratory fitness with total and central body fat in adolescents: the HELENA study. *Br J Sports Med* 2011; 45: 101-8.

27. Hannon T, Rao G, Arslanian S. Childhood obesity and type 2 diabetes mellitus. *Pediatrics* 2005; 116: 473-80.
28. Krebs N, Himes J, Jacobson D, Nicklas T, Guilday P, Styne D. Assessment of child and adolescent overweight and obesity. *Pediatrics* 2007; 120: S193-228.
29. Nguyen N, Nguyen X, Wooldridge J, Slone J, Lane J. Association of obesity with risk of coronary heart disease: findings from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2006. *Surg Obes Relat Dis* 2010; 6: 465-69.
30. Schneider H, Glaesmer H, Klotsche J, Böhrer S, Lehnert H, Zeiher A y cols. Accuracy of anthropometric indicators of obesity to predict cardiovascular risk. *J Clin Endocrinol Metab* 2007; 92: 589-94.
31. Satoh H, Fujii S, Furumoto T, Kishi R, Tsutsui H. Waist circumference can predict the occurrence of multiple metabolic risk factors in middle-aged Japanese subjects. *Ind Health* 2010; 48: 447-51.
32. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz W. 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: 821-7.
33. Burrows R, Leiva L, Weistaub G, Ceballos X, Gattas V, Lera L. Síndrome metabólico en niños y adolescentes: asociación con sensibilidad insulínica y con magnitud y distribución de la obesidad. *Revista médica de Chile* 2007; 135: 174-81.
34. Johnson W, Kroon J, Greenway F, Bouchard C, Ryan D, Katzmarzyk P. Prevalence of risk factors for metabolic syndrome in adolescents: National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), 2001-2006. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2009; 163: 371-7.
35. Andersen L, Anderssen S, Brage S, Ekelund U, Froberg K. Physical activity and clustering of CVD risk factors. *Ugeskr Laeger* 2006; 168: 4101-3.
36. Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M. Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA* 2009; 301: 2024-35.