

Efectos de un programa de ejercicio físico durante tres años en niños obesos: un estudio de intervención

Effects of an exercise program during three years in obese boys: an intervention study

Antonio García-Hermoso, Yolanda Escalante, Ana M. Domínguez, José M. Saavedra

Universidad de Extremadura

Resumen: El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de un programa de ejercicio físico a largo plazo (3 años) sobre parámetros cineantropométricos y metabólicos en niños obesos. La muestra estuvo compuesta por ocho niños de edades entre 8 y 11 años, que llevaron a cabo un programa de ejercicio físico multideportivo (tres sesiones de 90 minutos por semana). Se llevó a cabo una valoración cineantropométrica, evaluando los siguientes parámetros: talla, peso, índice de masa corporal (IMC), zIMC, masa grasa y magra, y una valoración metabólica: colesterol total (CT), colesterol HDL, colesterol LDL, triglicéridos (TG), insulina, glucosa, homeostasis model assessment (HOMA-IR), índice LDL/HDL y CT/HDL. Tras la intervención se observaron cambios en el zIMC (dejando de ser obesos tras la intervención), colesterol total, LDL, índice colesterol total/HDL y niveles de glucosa a largo plazo, mostrando que intervenciones longitudinales generan beneficios positivos en niños obesos principalmente en su perfil lipídico.

Palabra clave: obesidad, ejercicio físico, intervención longitudinal, colesterol, insulina.

Abstract: The aim of this study was to determine the effect of a long-term exercise program (3 years) on kinanthropometric and metabolic in obese children. The sample consisted of eight boys between 8 and 11 years, who conducted a aerobic multi-sport exercise program (three sessions, 90 minutes per week). Carried out an assessment kinanthropometric assessing the following parameters: height, weight, body mass index (BMI), zBMI, fat mass and fat free mass, and a metabolic assessing: total cholesterol (TC), HDL cholesterol, LDL cholesterol, triglycerides (TG), insuline, glucose, Homeostasis Model Assessment (HOMA-IR), ratio LDL/HDL and TC/HDL. Following the intervention, changes were observed on zBMI (ceasing to be obese after the intervention), total cholesterol, LDL, and ratio total cholesterol/HDL and glucose levels at the long term, showing that longitudinal interventions generate positive benefits on obese children mainly in the lipid profile.

Key words: obesity, physical exercise, longitudinal intervention, cholesterol, insulin.

1. Introducción

La prevalencia de la obesidad infantil ha aumentado considerablemente durante las últimas tres décadas a nivel mundial (Han, Lawlor & Kimm, 2010). Si se sigue el criterio de obesidad del *International Obesity Task Force*, la prevalencia de la obesidad en los niños y jóvenes (5-17 años) en todo el mundo es de aproximadamente 3.2% (Lobstein, Baur & Uauy, 2004). En España recientemente se han publicado datos a través del estudio *Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad* (ALADINO) donde esta prevalencia alcanza el 19% entre los seis y diez años (Ramón, Verdager, Conti, Rotger & Sampol, 2012). Al mismo tiempo, el impacto en la morbilidad, mortalidad y calidad de vida ha hecho que la obesidad infantil sea considerada la epidemia del siglo XXI (WHO, 2003). Los niños obesos o con sobrepeso tienen comorbilidades asociadas (dislipemia, la placa de ateroma, o hipertensión) debiendo recibir tratamiento (Han et al., 2010). Por otro lado, las recomendaciones sobre el tratamiento de la obesidad infantil se centran en los cambios de estilo de vida, incluyendo el aumento de la actividad física y la promoción de hábitos de alimentación sana (Edmunds, Waters & Elliott, 2001). Así, la *Organización Mundial de la Salud* recomiendan que los/as niños/as y jóvenes (5-17 años) deben acumular un mínimo de 60 minutos diarios de actividad física, mayoritariamente aeróbica, de intensidad moderada o vigorosa. Asimismo, es conveniente un mínimo de tres veces a la semana de práctica de actividades que fortalezcan el aparato locomotor (WHO, 2010).

La aplicación de programas de ejercicio físico en el tratamiento de la obesidad infantil es habitual. Las revisiones sistemáticas y meta-análisis al respecto indican que estas intervenciones de carácter aeróbico generan beneficios sobre la composición corporal (Watts, Jones, Davis & Green, 2005), la capacidad cardiorrespiratoria (Saavedra, Escalante & García-Hermoso, 2011), pero modestos cambios sobre el perfil lipídico, principalmente sobre el LDL y TG (Escalante, Saavedra, García-

Hermoso & Domínguez, 2012). Una de las principales conclusiones que se desprenden de estos estudios y de las recomendaciones internacionales al respecto es la necesidad de aplicar estudios a largo plazo (Oude, et al., 2009). Así, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de un programa de ejercicio físico a largo plazo (3 años) sobre parámetros cineantropométricos y metabólicos en niños obesos.

2. Metodología

2.1. Sujetos

La muestra inicialmente estuvo compuesta por 11 varones caucásicos. Tras los tres años de intervención la muestra final fue de ocho niños (10.9 ± 1.0 años) de la localidad de Cáceres. El criterio de inclusión fue que todos los niños tuviesen un índice de masa corporal (IMC) igual o superior al percentil 97 para la edad y el sexo según las curvas de la población escolar española (Hernández, et al., 1988), una edad comprendida entre 8 y 11 años y fuesen sedentarios. Todos los padres de los niños completaron un formulario de consentimiento informado previo.

2.2. Diseño

El estudio que se presenta es un estudio pre-experimental. Las variables dependientes fueron los diferentes parámetros cineantropométricos y metabólicos evaluados, mientras que la variable independiente fue el programa de ejercicio físico. Las variables cineantropométricas y metabólicas se midieron al inicio (línea base), 7^º (1er año), 19^º (2º año), y 31^º mes (3er año). Todos los sujetos completaron un cuestionario general de datos personales y un cuestionario de hábitos alimentarios (consumo energético). Además, se cuantificó la actividad física diaria de todos los sujetos a través de acelerometría. El estudio fue aprobado por el Comisión de Bioética y Bioseguridad de la Universidad de Extremadura y respetó los principios de la Declaración de Helsinki.

2.3. Programa de Ejercicio Físico

El programa de ejercicio físico consistió en tres sesiones semanales de 90 minutos durante un período de tres años (2008 a 2010). El total de sesiones fue de 230 y la duración total del programa de 20.700 minutos.

Las sesiones se llevaron a cabo en un pabellón polideportivo, bajo la supervisión de dos doctorandos en Ciencias del Deporte (AGH, AMD) y bajo la supervisión de dos doctores (YE y JMS). El programa constó de un calentamiento (15-20 minutos), una parte principal que consistió en juegos y actividades multideportivas con un componente predominantemente aeróbico (de moderada a vigorosa intensidad) (60-65 minutos), combinado junto a trabajo de fuerza y flexibilidad, y una vuelta a la calma (5-10 minutos). La intensidad de la sesión se controló mediante acelerometría para asegurar que todos los sujetos realizaron las actividades con la misma intensidad. El acelerómetro utilizado fue el Caltrac (Hemokinetics, Madison, WI, EE.UU.). Dicho acelerómetro se programó para que funcionase como un monitor de actividad física. Este acelerómetro uniaxial contiene un elemento piezoeléctrico que evalúa la intensidad del movimiento en el plano vertical («motion counts»). Se ha mostrado como un instrumento válido para estimar el gasto energético en niños (Maliszewski, Freedson, Ebbeling, Crussemeyer & Kastango, 1991) siendo utilizado en otros estudios (Moore, et al., 2003; Sallis, Buono, Roby, Carlson & Nelson, 1990). El acelerómetro Caltrac no registra actividades como el remo o la natación, sin embargo, estas no se llevaron a cabo durante el programa de ejercicio físico o durante la actividad física diaria registrada de los sujetos. De este modo este acelerómetro permitió establecer una progresión ascendente en cuanto a la intensidad de ejercicio físico a lo largo de los tres años de intervención.

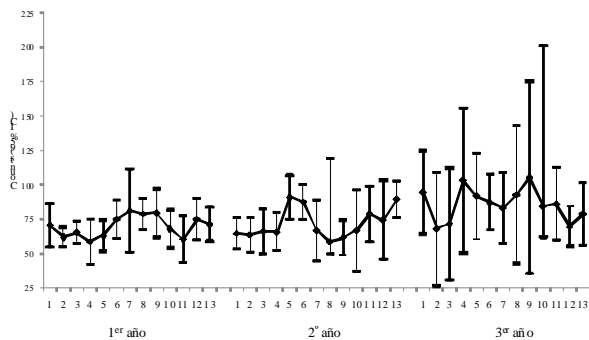


Figura 1. Representación de la media e intervalo de confianza de la intensidad de las sesiones del programa de ejercicio físico

La adherencia al programa de ejercicio físico se evaluó mediante el porcentaje de asistencia a las sesiones de ejercicio. Tras cumplimentarse los tres años del programa de ejercicio, esta adherencia fue superior al 78%. Se cuantificó la intensidad de un total de 39 sesiones anuales (13 sesiones al año) seleccionadas al azar, lo que permitió determinar objetivamente que todos los sujetos llevaban a cabo el mismo programa de ejercicio físico y que se seguía una progresión a lo largo de los tres años de intervención (Figura 1). No se cuantificaron todas las sesiones puesto que todos y cada uno de los acelerómetros tenían que ser programados y colocados, lo que conllevaba prescindir de tiempo motriz del programa de ejercicio físico.

2.4 Valoraciones

Todos los sujetos llevaron a cabo las siguientes valoraciones: estado puberal, hábitos alimentarios, actividad física diarias, cineantropometría y valoración metabólica (sanguínea).

El estado puberal de los niños fue evaluado por el Servicio de Pediatra del Hospital San Pedro de Alcántara de Cáceres, a través del desarrollo del vello púbico siguiendo los estadios de Tanner (Tanner, Whitehouse & Takashi, 1966). Por su parte los hábitos alimentarios se evaluaron a través de un cuestionario *ad-hoc* de tres días (jueves, viernes y sábado) rellenado por los padres. El peso de los alimentos se estimó a partir del registro de los padres. Así, se registró el promedio de los tres días (Kcal/día). Se utilizó el programa informático *Nutrlber* para calcular la ingesta diaria de alimentos (Mataix & García, 2006). La actividad física diaria se valoró cada uno de los años con un acelerómetro uniaxial validado (Caltrac) durante el período de tres días consecutivos (jueves, viernes y sábado), excepto durante el aseo diario. Todos los participantes fueron instruidos para registrar la cantidad de tiempo que dedican a montar en bicicleta o nadar durante el período de evaluación. Los sujetos registraron al comienzo y final del día el número de «motion counts» del acelerómetro (Sallis, et al., 1990). Finalmente se registró la puntuación final del Caltrac como el promedio de los tres días (motion counts/día). De esta manera se confirmó que todos los sujetos realizaban una actividad física diaria similar.

Las medidas cineantropométricas se llevaron a cabo siguiendo el protocolo de la ISAK (Norton, et al., 1996): talla, peso, masa grasa y masa magra (bioimpedancia). Se utilizó el siguiente material estandarizado: estadiómetro y báscula (Seca, Berlin, Alemania), y un medidor de bioimpedancia (Bodystat® 1500, Bodystat-USA inc. Tampa, Florida). Se calculó el índice de masa corporal (IMC) como peso/talla al cuadrado (kg/m²) y a partir de estos se determinó las desviaciones z del IMC (zIMC) (Hernández et al., 1988).

Finalmente, los parámetros metabólicos medidos fueron: concentración plasmática del colesterol total (CT) (Chod-Pad), colesterol HDL (HDL-C plus analizador), colesterol LDL (Chod-Pad), trigliceridemia (Chod-Pad), glucosa (glucosa HK analizador,) e insulinemia (human insulin RIA kit, Linco Research, Missouri, USA). Para el cálculo del índice de resistencia a la insulina (Homeostasis Model Assessment, HOMA-IR) se utilizó la siguiente fórmula (Matthews, et al., 1985): $\text{insulina } (\mu\text{U/ml}) \times \text{glucosa } (\text{mg/dL}) \div 22.5 \times 18.182$. Del mismo modo, los siguientes parámetros fueron calculados: índice LDL/HDL y CT/HDL. Para ello, una muestra de sangre (20 ml) se obtuvo de una vena antecubital entre las 8:30-9:30 a.m. después del ayuno nocturno. Para la

Tabla 1. Cambios y diferencias (entre los cuatro momentos temporales) en el estado puberal, hábitos alimentarios, actividad física diaria, parámetros cineantropométricos y metabólicos en niños con obesidad

	Linea Base	1º año	2º año	3º año	U de Mann-Whitney		
	Media ± DT	Media ± DT	Media ± DT	Media ± DT	U	p	Diferencias
	a	b	C	d			
Estado puberal							
Estadio Tanner	1,62 ± 0,52	1,75 ± 0,71	2,33 ± 0,82	2,67 ± 0,82	7,500	0,029	
Hábitos alimentarios							
Energía ingerida, kcal/día	1952,4 ± 202,8	1847,8 ± 169,7	1805,2 ± 149,4	1775,5 ± 176,4	13,000	0,228	
Actividad física diaria							
Actividad física, counts/día	156,2 ± 36,7	202,2 ± 75,4	212,6 ± 52,6	235,3 ± 41,6	15,000	0,190	
Cineantropometría							
Altura, m	1,49 ± 0,07	1,52 ± 0,70	1,54 ± 0,75	1,58 ± 0,84	9,500	0,059	a<d
Peso, kg	62,4 ± 11,1	62,5 ± 11,2	65,1 ± 12,5	64,9 ± 12,4	19,000	0,573	
IMC, kg/m ²	27,7 ± 2,95	26,8 ± 2,88	25,8 ± 2,80	26,1 ± 2,96	24,000	1,000	
zIMC	4,00 ± 2,85	2,20 ± 3,18	0,50 ± 2,51	-0,88 ± 1,71	2,000	0,003	a>d
Masa grasa, %	32,2 ± 3,77	31,1 ± 3,74	29,2 ± 4,75	29,3 ± 6,19	14,000	0,228	
Masa magra, kg	39,3 ± 6,99	40,8 ± 7,12	43,3 ± 9,08	44,4 ± 8,46	16,000	0,345	
Parámetros metabólicos							
CT, mg/dl	171,9 ± 16,7	171,0 ± 17,5	149,3 ± 14,5	149,1 ± 23,4	7,000	0,045	a>d
HDL, mg/dl	53,2 ± 6,84	53,5 ± 9,36	51,8 ± 9,55	55,8 ± 6,91	16,500	0,622	
LDL, mg/dl	106,1 ± 17,8	105,0 ± 16,8	83,3 ± 9,81	82,6 ± 17,7	7,000	0,045	a>c, d; b>c, d
TG, mg/dl	62,9 ± 30,9	62,5 ± 23,6	65,8 ± 34,5	59,6 ± 16,1	19,000	0,943	
Insulina, μU/ml	12,7 ± 8,51	11,4 ± 5,81	12,7 ± 6,52	13,8 ± 3,70	12,000	0,284	
Glucosa, mmol/l	91,4 ± 5,95	91,3 ± 3,42	85,0 ± 7,35	78,8 ± 3,35	0,000	0,002	a>d
HOMA-IR	2,90 ± 2,17	2,54 ± 1,29	2,86 ± 1,33	2,68 ± 0,78	15,000	0,524	
LDL/HDL	2,00 ± 0,29	2,03 ± 0,54	1,69 ± 0,43	1,47 ± 0,23	9,500	0,060	
CT/HDL	3,25 ± 0,28	3,27 ± 0,57	2,99 ± 0,45	2,69 ± 0,17	1,000	0,003	a>d; b>d

IMC, índice de masa corporal; CT, colesterol total; TG, triglicéridos; HOMA-IR, insulino resistencia. * Todas las diferencias entre los cuatro momentos temporales tiene un valor de p<0,05.

extracción de sangre pasaron al menos 24 horas desde la realización del programa ejercicio físico realizado.

2.5. Análisis estadístico de los datos

Todas las variables cumplieron homocedasticidad y normalidad comprobada a través del test de Levene y prueba de Kolmogorov-Smirnov, respectivamente. No obstante, se utilizaron pruebas no paramétricas al ser más adecuadas al tamaño de la muestra. Se utilizó un análisis de la H de Kruskal-Wallis y la U de Mann-Whitney para confirmar las posibles diferencias entre los momentos temporales (línea base, 1er año, 2do año y 3er año). Del mismo modo, se calcularon estadísticos descriptivos básicos, media y desviación típica. El nivel de significación para todas las pruebas estadísticas se estableció en $p > .05$. Todos los cálculos se realizaron con el programa estadístico SPSS (versión 16.0).

3. Resultados

La tabla 1 muestra los descriptivos básicos (media y desviación típica) del estado puberal, hábitos alimentarios, actividad física diaria, parámetros cineantropométricos y metabólicos a lo largo de los tres años de intervención.

Se encontraron diferencias entre la línea base y el tercer año en sólo dos parámetros cineantropométricos: talla ($p = .036$) y $zIMC$ ($p = .015$). Respecto a los parámetros metabólicos se observaron diferencias en el CT entre la línea base y el tercer año ($p = .049$), en el colesterol LDL entre diversos momentos temporales (línea base > 2º año, $p = .048$; línea base > 3er año, $p = .049$; 1er año > 2º año, $p = .043$; 1er año > 3er año, $p = .041$), en la glucosa entre la línea base y el tercer año ($p = .002$) y, por último, en el índice CT/HDL entre la línea base, el segundo y tercer año ($p = .018$ y $p = .049$, respectivamente). No se observaron cambios ni el estado puberal, ni en los hábitos alimentarios, ni en la actividad física diaria.

4. Discusión

El presente estudio realizó un seguimiento a largo plazo (tres años) de los efectos de un programa de ejercicio físico sobre los parámetros cineantropométricos y metabólicos en niños obesos. Los resultados indicaron que un programa de ejercicio físico genera mejoras en diversos parámetros metabólicos, destacando los cambios en el CT, colesterol LDL y glucosa en ayunas. Del mismo modo, tras los tres años los niños dejaron de ser obesos ($IMC < p97$ según sexo y edad) (Hernández, et al., 1988).

En primer lugar analizando los parámetros cineantropométricos, tan sólo se observaron cambios en el $zIMC$ a largo plazo, entre la línea base y el tercer año. Son diversos los estudios que obtuvieron resultados similares tras programas de ejercicio físico en niños obesos (Jiang, Xia, Greiner, Lian & Rosenqvist, 2005; Meyer, Kundt, Lenschow, Schuff-Werner & Kienast, 2006; Wong, et al., 2008). Los resultados del presente estudio parecen poner de manifiesto que el ejercicio físico de carácter aeróbico podría ser una intervención eficaz en la lucha contra la obesidad infantil. Por su parte, un estudio a largo plazo de dos años de duración (96 semanas) obtuvo resultados parejos al presente trabajo, a través de cuatro sesiones semanales de 20 a 30 minutos de duración (Jiang, et al., 2005). No obstante, la mayoría de los estudios al respecto excluyendo el anterior, llevan a cabo intervenciones a corto-medio plazo (Meyer, et al., 2006; Wong, et al., 2008), cuyos beneficios generan posteriormente un «efecto rebote» y consecuentemente una recuperación ponderal (Epstein, Myers, Raynor & Saelens, 1998). Por lo tanto, parece necesario intervenciones a largo plazo que podrían generar hábitos saludables que se mantuviesen posteriormente sus beneficios en el tiempo (Woo, Shin, Yoo & Park, 2012).

En lo referente a los parámetros metabólicos, se observaron cambios en el perfil lipídico de los sujetos obesos (CT, LDL, índice CT/HDL), principalmente a largo plazo. De nuevo un estudio a largo plazo obtiene mejoras en cuanto al CT (Jiang, et al., 2005), en la línea de los resultados del presente estudio, si bien no evalúan el LDL y HDL de los sujetos.

Por lo tanto, ambos estudios parecen constatar la importancia de intervenciones a largo plazo para el control de la dislipemia en sujetos obesos. Del mismo modo, una revisión sistemática al respecto, indica que el ejercicio aeróbico genera cambios en el colesterol LDL de los sujetos obesos a corto plazo (Escalante, et al., 2012), lo que se constata también a largo plazo a través de los resultados del presente estudio. Así tres sesiones semanales de 60 minutos parecen ser suficientes para generar beneficios a corto plazo en cuanto al colesterol LDL, aspecto que cumple este trabajo con una mayor duración de la sesión (60 minutos vs 90 minutos) (Escalante, et al., 2012). Sin embargo, esta mejoría no se da en los demás parámetros lipídicos (HDL y TG), confirmando que los programas de ejercicio físico a corto plazo, a diferencia del presente trabajo longitudinal, no producen cambios en población obesa (Watts, et al., 2005). No obstante, estos parámetros al finalizar el programa en la mayoría de los sujetos (80%), se encontraron cercano a los valores considerados normales según los valores de referencia nacionales (Ruiz, et al., 2006), constatando los posibles beneficios de esta intervención en el control de la dislipemia.

Por último, se observó una reducción en la glucosa a largo plazo. En este sentido existen varios estudios que, tras un programa de ejercicio físico de entre 8-12 semanas, no obtienen cambios respecto a este parámetro (Shalitin, et al., 2009; Wong, et al., 2008). Estos resultados parecen indicar que la concentración de glucosa en sangre requiere de una intervención más larga para obtener mejoras. Estos resultados han de interpretarse con cautela puesto que la sensibilidad de los cambios son importante en estas edades (Garcés & Oya, 2007). No obstante, al igual que ocurría con el colesterol LDL, los valores de los sujetos en todos los momentos de evaluación se encontraron dentro de los valores considerados normales (Alberti, Zimmet & Shaw, 2005).

5. Limitaciones del estudio

Una serie de limitaciones de este estudio deben tenerse en cuenta. En primer lugar, la falta de un grupo control con el que comparar los resultados obtenidos y determinar la eficacia del programa de ejercicio físico. No obstante, debido a que la obesidad es una enfermedad, es poco probable obtener una muestra de niños sin que lleven a cabo un tratamiento para paliar esta enfermedad. En segundo lugar, el número de sujetos en el estudio fue pequeño, aunque el carácter longitudinal del estudio podría hacer que esta limitación fuese relativamente menor.

6. Conclusiones

Debido al número de sujetos del presente estudio, es recomendable interpretar con cautela dichas conclusiones. Las conclusiones que se pueden extraer del presente estudio fueron las siguientes: (i) un programa de ejercicio físico produce una disminución del $zIMC$ a largo plazo en niños obesos, dejando de ser obesos tras la intervención ($IMC < p97$); (ii) un programa de ejercicio físico produce una mejora en el perfil lipídico de los sujetos obesos a medio y largo plazo, concretamente en el CT, LDL e índice CT/HDL; (iii) un programa de ejercicio físico a largo plazo produce una reducción de la glucosa plasmática en ayunas, pese a que sus valores sean considerados normales al inicio del programa.

7. Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por el Fondo Social Europeo y la Consejería de Economía, Comercio e Innovación del Gobierno de Extremadura (3PRI07B092). Durante la finalización de este trabajo YE realizó una estancia de investigación en la Metropolitan Cardiff University, Wales (Reino Unido) financiada por el Fondo Social Europeo y la Consejería de Economía, Comercio e Innovación del Gobierno de Extremadura (PO10012). Del mismo modo, AGH disfruta de una beca de Formación de Personal Investigador (FPI) de la citada Consejería (PRE08060). Finalmente, queremos agradecer la colaboración del Dr. F. Arroyo (valoración del estado puberal), M. J. Duran (reclutamiento de la muestra), dos anónimos revisores (mejora del manuscrito) y las familias y a los niños participantes en este estudio.

8. Referencias

- Alberti, K. G., Zimmet, P., & Shaw, J. (2005). The metabolic syndrome—a new worldwide definition. *Lancet*, 366(9491), 1059-1062.
- Edmunds, L., Waters, E., & Elliott, E. J. (2001). Evidence based paediatrics: Evidence based management of childhood obesity. *British Medical Journal*, 323(7318), 916-919.
- Epstein, L. H., Myers, M. D., Raynor, H. A., & Saelens, B. E. (1998). Treatment of pediatric obesity. *Pediatrics*, 101(Supplement 2), 554-570.
- Escalante, Y., Saavedra, J. M., García-Hermoso, A., & Domínguez, A. M. (2012). Improvement of the lipid profile with exercise in obese children: A systematic review. *Preventive Medicine*, 54, 293-301.
- Garcés, C., & Oya, M. (2007). Factores de riesgo cardiovascular en la edad infantil. Resultados globales del estudio Cuatro Provincias. *Revista Española de Cardiología*, 60(5), 517-524.
- Han, J. C., Lawlor, D. A., & Kimm, S. Y. (2010). Childhood obesity. *The Lancet*, 375(9727), 1737-1748.
- Hernández, M.; Castellet, J.; Narvaiza, J. L.; Rincón, J. M.; Ruiz, I.; Sánchez, E., et al. (1988). Curvas y tablas de crecimiento. *Madrid: Garsi*.
- Jiang, J. X., Xia, X. L., Greiner, T., Lian, G. L., & Rosenqvist, U. (2005). A two year family based behaviour treatment for obese children. *Archives of Disease in Childhood*, 90(12), 1235-1238.
- Lobstein, T., Baur, L., & Uauy, R. (2004). Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obesity Reviews*, 5 Suppl 1, 4-104.
- Maliszewski, A. F., Freedson, P. S., Ebbeling, C. J., Crussemeyer, J., & Kastango, K. B. (1991). Validity of the Caltrac accelerometer in estimating energy expenditure and activity in children and adults. *Pediatric Exercise Science*, 3, 141-151.
- Mataix, J., & García, L. (2006). *Nutriber*. Madrid, España: Fundación Universitaria Iberoamericana.
- Meyer, A. A., Kundt, G., Lenschow, U., Schuff-Werner, P., & Kienast, W. (2006). Improvement of early vascular changes and cardiovascular risk factors in obese children after a six-month exercise program. *Journal of the American College of Cardiology*, 48(9), 1865-1870.
- Moore, L. L., Gao, D., Bradlee, M. L., Cupples, L. A., Sundarajan-Ramamurti, A., Proctor, M. H., et al. (2003). Does early physical activity predict body fat change throughout childhood? *Preventive Medicine*, 37(1), 10-17.
- Norton, K., Whittingham, N., Carter, L., Kerr, D., Gore, C., & Marfell-Jones, M. (1996). *Measurement techniques in anthropometry*. Sydney, Australia: UNSW Press.
- Oude, H., Baur, L., Jansen, H., Shrewsbury, V. A., O'Malley, C., Stolk, R. P., et al. (2009). Interventions for treating obesity in children (Review). The Cochrane Library, 1. doi: 10.1002/14651858.CD001872.pub2.
- Ramón, J. C., Verdaguer, F. J. P., Conti, J. V., Rotger, P. A. B., & Sampol, P. P. (2012). Adolescencia, sedentarismo y sobrepeso: análisis en función de variables sociopersonales de los padres y del tipo de deporte practicado por los hijos. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 21, 5-8.
- Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Moreno, L. A., Warnberg, J., Gonzalez-Gross, M., Cano, M. D., et al. (2006). Reference values for serum lipids and lipoproteins in Spanish adolescents: the AVENA study. *Sozial- und Präventivmedizin*, 51(2), 99-109.
- Saavedra, J. M., Escalante, Y., & García-Hermoso, A. (2011). Improvement of aerobic fitness in obese children: a meta-analysis. *International Journal of Pediatric Obesity*, 6(3-4), 169-177.
- Sallis, J. F., Buono, M. J., Roby, J. J., Carlson, D., & Nelson, J. A. (1990). The Caltrac accelerometer as a physical activity monitor for school-age children. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 22(5), 698-703.
- Shalitin, S., Ashkenazi-Hoffnung, L., Yackobovitch-Gavan, M., Nagelberg, N., Karni, Y., Hershkovitz, E., et al. (2009). Effects of a twelve-week randomized intervention of exercise and/or diet on weight loss and weight maintenance, and other metabolic parameters in obese preadolescent children. *Hormone Research*, 72(5), 287-301.
- Tanner, J. M., Whitehouse, R. H., & Takaishi, M. (1966). Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965. *Archives of Disease in Childhood*, 41(219), 454-471.
- Watts, K., Jones, T. W., Davis, E. A., & Green, D. (2005). Exercise training in obese children and adolescents: current concepts. *Sports Medicine*, 35(5), 375-392.
- WHO. (2003). *Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation*: World Health Organization.
- WHO. (2010). *Global recommendations on physical activity for health*: World Health Organization.
- Wong, P. C., Chia, M. Y., Tsou, I. Y., Wansaicheong, G. K., Tan, B., Wang, J. C., et al. (2008). Effects of a 12-week exercise training programme on aerobic fitness, body composition, blood lipids and C-reactive protein in adolescents with obesity. *ANNALS Academy of Medicine Singapore*, 37(4), 286-293.
- Woo, J., Shin, K. O., Yoo, J. H., Park, S., & Kang, S. (2012). The effects of detraining on blood adipokines and antioxidant enzyme in Korean overweight children. *European Journal of Pediatrics*, 171(2), 235-243.

