

Ejercicio físico, desentrenamiento y perfil lipídico en niños obesos: una revisión sistemática

Physical exercise, detraining and lipid profile in obese children: a systematic review

Dr. Antonio García-Hermoso^a, Dra. M. Inés Carmona-López^a, Dr. José M. Saavedra^b y Dra. Yolanda Escalante^b

RESUMEN

Introducción. El desentrenamiento es la pérdida de las mejoras obtenidas por el ejercicio físico/entrenamiento tras su cese, aspecto poco estudiado en población infantil obesa. Así, el propósito del presente estudio fue evaluar los efectos del desentrenamiento sobre el perfil lipídico (HDL, LDL, colesterol total y triglicéridos) en niños obesos.

Población y métodos. Los estudios fueron recuperados mediante la búsqueda en siete bases de datos. Dicha búsqueda se limitó a programas de ejercicio físico de, al menos, ocho semanas de duración y su desentrenamiento, y se evaluó el perfil lipídico de niños obesos. Se calculó el tamaño del efecto (TE), sus intervalos de confianza del 95% y la heterogeneidad de los estudios a través de la Q de Cochrane (modelo de efectos aleatorios).

Resultados. Cinco estudios cumplieron los criterios de inclusión y fueron seleccionados para su revisión (n= 330). En general, los resultados intragrupo (postest vs. desentrenamiento) mostraron que, tras el desentrenamiento, el nivel en sangre del colesterol HDL (TE= 0,12) y el colesterol total aumentaron (TE= 1,41). Del mismo modo, los resultados intergrupo (grupo experimental vs. grupo control) confirmaron el aumento del colesterol HDL tras el desentrenamiento (TE= 0,49).

Conclusiones. Los resultados de esta revisión sistemática sugieren que el desentrenamiento tras un programa de ejercicio físico no genera una pérdida significativa de los beneficios obtenidos sobre el perfil lipídico de los niños obesos. No obstante, debido al número de estudios analizados y a la heterogeneidad observada en los análisis y en el tiempo considerado como desentrenamiento (de 12 a 48 semanas), se requiere un mayor número de estudios de calidad para obtener resultados más concluyentes.

Palabras clave: desentrenamiento, riesgo metabólico, hábitos saludables, obesidad, niños.

- a. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Chile, Talca, Chile.
- b. Facultad de Ciencias del Deporte, Grupo de Investigación ADIFES, Universidad de Extremadura, Cáceres, España.

Correspondencia:
Dr. Antonio García-Hermoso: agarciah@uautonoma.cl

Conflicto de intereses:
Ninguno que declarar.

Recibido: 22-4-2014
Aceptado: 25-6-2014

<http://dx.doi.org/10.5546/aap.2014.519>

INTRODUCCIÓN

La prevalencia mundial de obesidad infantil ha aumentado drásticamente en las últimas tres décadas y ha llegado a ser considerada

una pandemia del siglo XXI.¹ Se ha descrito como el principal problema de salud infantil en los países desarrollados.² La obesidad exógena se debe a un desequilibrio de la energía sostenible y a una variedad de otros factores que intervienen en su desarrollo: genéticos, de comportamiento, culturales, ambientales y económicos.³ Esta patología se asocia con diversos factores de riesgo cardiovascular en niños y adultos.⁴ Así, los gobiernos de todo el mundo están trabajando para implementar estrategias saludables integrales con el fin de prevenir la obesidad infantil, promoviendo estilos de vida saludables.⁵

Son conocidos los efectos de los hábitos saludables y el ejercicio físico sobre el riesgo de enfermedad cardiovascular en niños.⁶ En este sentido, son varias las revisiones sistemáticas y metanálisis realizados en niños obesos.⁶⁻⁸ En concreto, se estima que la efectividad del ejercicio físico como tratamiento preventivo de la obesidad es moderada,⁶ si bien parece reducir específicamente los niveles de presión arterial sistólica y diastólica en reposo.⁸ Asimismo, y con referencia al perfil lipídico, el ejercicio físico de carácter aeróbico favorece la reducción de diversos parámetros (LDL y TG).⁷ Por su parte, los programas de ejercicio físico de media duración combinados con dieta hipocalórica tienen efectos positivos en este perfil lipídico.⁹

Pese a la evidencia existente respecto del ejercicio físico y del perfil lipídico en esta población infantil obesa, ninguna revisión sistemática

aborda la influencia del desentrenamiento sobre estos parámetros. El desentrenamiento se define como la pérdida parcial o completa de las mejoras anatómicas, fisiológicas y de rendimiento generadas por el entrenamiento, como consecuencia de la reducción del entrenamiento/ ejercicio físico o su cese.¹⁰ La información relativa sobre los efectos del desentrenamiento en las poblaciones más jóvenes no es muy amplia y muestra resultados contradictorios.¹¹⁻¹⁴ Por su parte, en los adultos, ocurre algo similar y se muestran efectos negativos sobre el metabolismo lipídico¹⁵ o no se observan cambios al respecto.^{16,17} En este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos del desentrenamiento (cese del ejercicio físico programado) sobre el perfil lipídico (HDL, LDL, CT y TG) en niños obesos.

POBLACIÓN Y MÉTODOS

Diseño

Se realizó una revisión sistemática.¹⁸

Búsqueda de la literatura

Las bases de datos bibliográficas electrónicas examinadas fueron CINAHL (desde 1937 hasta el 3 de agosto de 2013), *Cochrane Central Register of Controlled Trials* (CENTRAL) (desde 2002 hasta el 3 de agosto de 2013), EMBASE (desde 1980 hasta el 3 de agosto de 2013), ERIC (desde 1966 hasta el 3 de agosto de 2013), MEDLINE (desde 1965 hasta el 3 de agosto de 2013), PsycINFO (desde 1987 hasta el 3 de agosto de 2013) y *Science Citation Index* (desde 1900 hasta el 3 de agosto de 2013). Se realizaron búsquedas manuales. La búsqueda se realizó del 20 de julio al 3 de agosto de 2013. En primer lugar, se llevaron a cabo cinco búsquedas categóricas según las siguientes palabras clave: (1) "exercise"; (2) "child"; (3) "obesity"; (4) "overweight"; (5) "detraining"; (6) "lipid profile". En segundo lugar, las categorías se combinaron usando "and" y eliminando los artículos duplicados.

Selección de estudios

Los estudios incluidos en la revisión sistemática cumplieron los siguientes criterios: (1) Sujetos: niños (6-14 años) diagnosticados con obesidad; (2) Tipo de estudio: ensayo controlado aleatorizado (ECA) o estudio cuasi-experimental (ECE), con o sin grupo control; (3) Tipo de intervención: programa de ejercicio físico con predominio del componente aeróbico; (4) Duración del programa: más de ocho semanas; y (5) Evaluación de, al menos, un parámetro

del perfil lipídico tras finalizar el ejercicio físico (postest) y el desentrenamiento (sin programa de ejercicio físico): HDL, LDL, colesterol total (CT) y triglicéridos (TG). Al igual que en otros trabajos, los criterios de inclusión fueron restrictivos con el fin de lograr una muestra homogénea de los estudios.^{7,8,19}

Riesgo de sesgo

Se evaluó la calidad de los estudios utilizando la escala PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*).²⁰ El propósito de esta escala es identificar con rapidez cuáles de los ensayos clínicos aleatorios (ECA) o cuasi-experimental (ECE) pueden tener suficiente validez interna, suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables y determinar su validez externa. Esta escala puntúa conforme a la presencia de indicadores de la calidad de la evidencia presentada (1 punto) o la ausencia de esos indicadores (0 puntos), hasta un puntaje total de 10.

Proceso de extracción de datos

Dos autores (AG y JMS) revisaron de forma independiente los títulos y resúmenes de los estudios potencialmente elegibles identificados por la estrategia de búsqueda. Luego, estos autores extrajeron los siguientes datos de cada artículo seleccionado: (1) característica de los sujetos (número, edad, sexo, raza y definición de sobrepeso u obesidad); (2) característica del programa de ejercicio físico (tipo, duración, frecuencia e intensidad); (3) evaluación y características del perfil lipídico; y (4) resultados (postest y desentrenamiento). Las discrepancias entre los dos autores se resolvieron repitiendo la extracción de datos, con el posterior consenso entre los autores (YE).

Análisis estadístico

El resultado primario en la revisión sistemática fueron los cambios en los diferentes parámetros del perfil lipídico (miligramos por decilitro). Los tamaños del efecto (TE) y los intervalos de confianza (IC) del 95% se calcularon para cada estudio por medio del estadístico *t*, número de sujetos, y la desviación típica (DT), a través del modelo de efectos aleatorios.²¹ Cuando la DT no estaba disponible, se calculó a partir del error estándar (EE, $DT = EE \sqrt{n}$). Se utilizaron las categorías de Cohen para evaluar la magnitud del tamaño del efecto (pequeño si $0 \leq |d| \leq 0,5$; medio si $0,5 < |d| \leq 0,8$, y grande si $|d| > 0,8$).

$d | > 0,8$).²² De este modo, se evaluaron los cambios producidos intragrupo (postest vs. desentrenamiento del mismo grupo ejercicio físico) e intergrupo (desentrenamiento del grupo intervención vs. grupo control).

Se evaluó la heterogeneidad de los estudios a través de la Q de Cochran.²³ El porcentaje de variación total entre los trabajos debido a la heterogeneidad se determinó utilizando el I². Se consideran I² valores de < 25%, entre 25 y 50% y > 50% para representar a las pequeñas, medianas y grandes inconsistencias, respectivamente.²⁴

Finalmente, para analizar la influencia de cada estudio sobre los resultados globales, se realizó un análisis de sensibilidad en el que cada trabajo fue eliminado del modelo una vez, y se llevaron a cabo los diferentes análisis para cada parámetro lipídico.

RESULTADOS

Selección de los estudios

Se identificaron 461 artículos potencialmente relevantes. De estos, 420 fueron descartados porque, a partir de los resúmenes, se comprobó

que no cumplían los criterios de inclusión. Se examinó a continuación el texto completo de los 41 candidatos restantes. De estos, se rechazaron 36 estudios. Finalmente, se incluyeron en la revisión sistemática 5 estudios (Figura 1).

Característica de los estudios e intervención

Las características de los cinco estudios se encuentran en la Tabla 1 (n= 330).^{20,25-28}

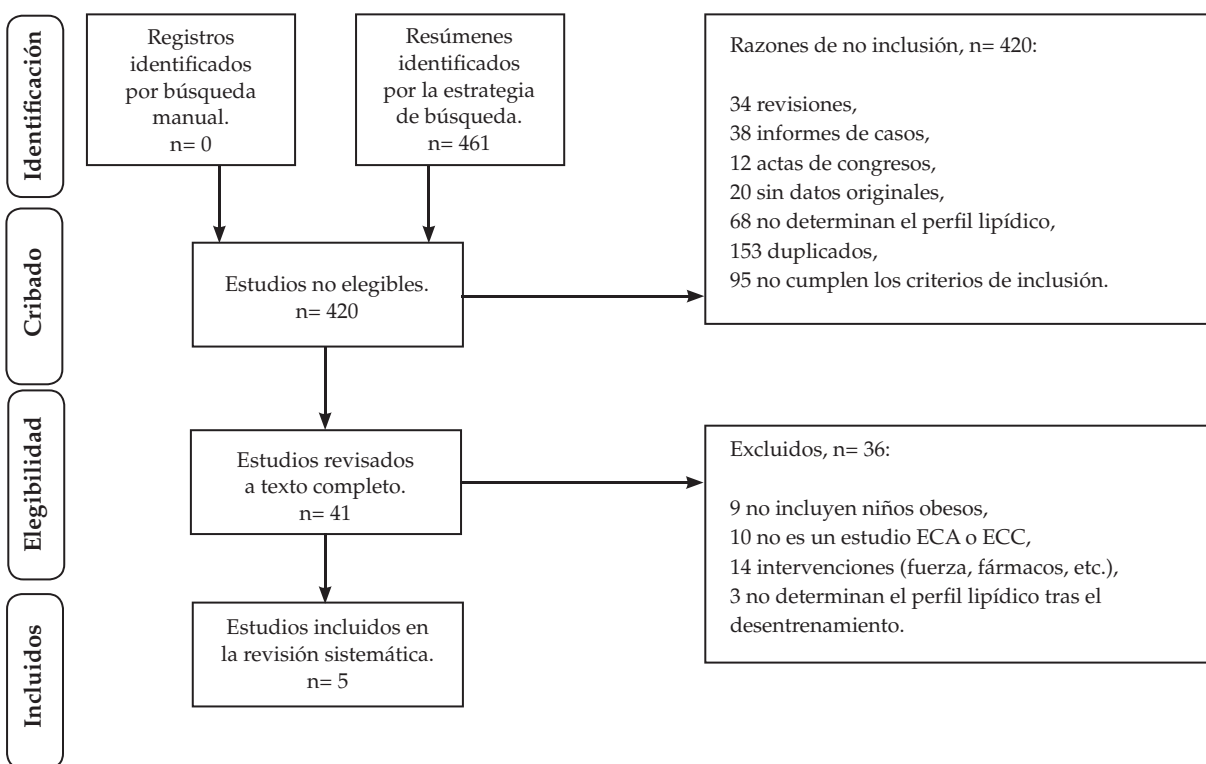
Riesgo de sesgo

Tan solo un estudio cumplió con, al menos, el 50% de los criterios metodológicos de calidad propuestos por la escala PEDro (Tabla 1).²⁰

Sujetos

El análisis incluyó un total de 330 niños. Todos los estudios incluían conjuntamente niños y niñas en su diseño. Diversas clasificaciones se utilizaron para definir la obesidad de los sujetos: uno de los estudios utilizó el p85 del pliegue tricipital;²⁸ tres estudios usaron los criterios nacionales de clasificación de Alemania (\geq p97),²⁹ Corea del Sur ($>$ p95)²⁶ y China (\geq p95);²⁷ y el

FIGURA 1. Diagrama de flujo de los estudios incluidos en la revisión sistemática



artículo restante no informó sobre la clasificación utilizada²⁵ (Tabla 1). Finalmente, respecto a la raza de los niños, un estudio incluyó niños asiáticos, caucásicos y afroamericanos,²⁸ y dos trabajos, tan solo asiáticos.^{26,27} El resto no aportó información al respecto.

Características del programa de ejercicio físico

El contenido principal de los programas se basó en máquinas, como cicloergómetro, tapiz rodante, elíptica,²⁸ deportes de equipo, carreras, salto en trampolín^{25,29} y juegos variados.²⁸ En dos de los estudios,^{25,27} parte de la sesión se dedicaba al trabajo de fuerza, principalmente utilizando el propio peso de los sujetos. Dos de los estudios no informaron sobre el trabajo aeróbico llevado a cabo.^{26,27} La estructura de los programas fue muy heterogénea; la duración osciló entre 12²⁵ y 48²⁰ semanas; la frecuencia, de 2 a 5 días a la semana;²⁷ y la duración de las sesiones, de 40²⁸ a 90^{20,25-27} minutos. En cuanto a la intensidad del ejercicio físico, fueron utilizados diferentes parámetros para su control (pulsaciones por minuto y frecuencia cardíaca de reserva) (Tabla 1). Igualmente, solo dos de los estudios analizados informaron sobre la asistencia al programa de ejercicio físico^{25,28} y mostraron ambos valores por encima del 70%. Finalmente, dos de los estudios incluyeron en su diseño un programa de carácter educacional dirigido a los niños²⁷ y padres,²⁹ que

recomendó alimentos a través de la “dieta del semáforo” (que clasifica los alimentos en “verde”: alimentos recomendados; “naranja”: alimentos que se deben ingerir con moderación; y “rojo”: alimentos prohibidos)²⁹ e ingesta calórica idónea según estándares.²⁷

Desentrenamiento

En cuanto al período de desentrenamiento, como ocurrió en la estructura del programa de ejercicio físico, existió una gran variabilidad en el tiempo transcurrido tras el programa de ejercicio físico. Este osciló entre las 12^{26,27} y las 48 semanas²⁹ (Tabla 1).

Características de evaluación de lípidos

Las evaluaciones de lípidos y lipoproteínas se realizaron durante la mañana después de 10^{25,29} y 12 horas^{26,28} de ayuno nocturno. Sin embargo, un estudio no proporcionó esta información.²⁷ Estas evaluaciones se llevaron a cabo antes de comenzar el programa de ejercicio físico, tras finalizarlo y después del período de desentrenamiento estipulado.

Cambio en los parámetros lipídicos tras desentrenamiento

La Tabla 2 recoge los valores (postest y desentrenamiento) de cada variable (HDL, LDL, CT, TG) de todos los estudios. El tamaño

TABLA 1. Características de los estudios incluidos en la revisión sistemática

Estudio	Grupo Experimental			Características de la intervención							
	n	Edad*	Tipo	IMC (percentil)	Duración (semanas)	Frecuencia semanal (veces)	Duración de la sesión (min)	Intensidad (%)	Desentrenamiento (semanas)	Escala PEDro	Tipo de Estudio
Chang et al. ²⁷	25	12,5 (0,61)	Multideporte	≥ p95	36	2-5	60-90	150-160+	12	3	ECA
Ferguson et al. ²⁸	40	7-11	Máquinas + deporte	≥ p85‡	16	5	40	> 150+	16	5	ECA
Reinehr et al. ²⁹	203	6-14	Multideporte	≥ p97	48	1	60	NI	48	4	ECE
Shalitin et al. ²⁵	52	8,21 (1,78)	Multideporte + fuerza	≥ p95	12	3	90	NI	40	4	ECA
Woo et al. ²⁶	10	11,30 (1,70)	Aeróbico	≥ p95	24	NI	NI	45-65§	12	4	ECE

ECA: estudio controlado aleatorizado; ECE: estudio cuasiexperimental; IMC: índice de masa corporal; p: percentil;

NI: no informa; PEDro: *Physiotherapy Evidence Database*.

* Los datos se expresan en media (desviación típica) o rango; † pulsaciones por minuto; ‡ pliegue tricótipal; § frecuencia cardíaca de reserva.

del efecto y el intervalo de confianza del 95% se calcularon para cada estudio a través de un modelo de efectos aleatorios. Tras el desentrenamiento, el HDL (intragrupo: TE= 0,12; IC 95% 0,02-0,29; $p= 0,049$; intergrupo: TE= 0,49; IC 95% 0,18-0,81; $p < 0,001$) y el CT en sangre aumentaron (intragrupo: TE= 1,41; IC 95% 1,13-1,69; $p < 0,001$), si bien la heterogeneidad en ambos casos fue alta ($I^2= 65-78\%$).

Análisis de sensibilidad

Tras eliminar cada uno de los estudios en los cuatro parámetros evaluados, únicamente los resultados dejaron de ser diferentes para el colesterol HDL (cuando se omitió el estudio de Chang y cols.)²⁷ (Tabla 3).

DISCUSIÓN

El presente estudio es la primera revisión sistemática que analiza la evidencia del efecto del desentrenamiento de programas de ejercicio físico sobre el perfil lipídico en niños obesos. Los resultados mostraron que, tras el desentrenamiento, los niveles sanguíneos del colesterol HDL y el CT aumentaban. Este hecho constata la importancia del ejercicio físico como método para mejorar el perfil lipídico, ya que parece no generar una pérdida significativa de

los beneficios obtenidos sobre los niños obesos. Sin embargo, debido al número de estudios analizados y a la heterogeneidad observada en los análisis y en el tiempo considerado como desentrenamiento (de 12 a 48 semanas), resulta necesario interpretar con cautela dichos resultados.

Son pocos los estudios que a través de sus intervenciones determinan la influencia del desentrenamiento tras programas de ejercicio físico en niños, y son contradictorios los resultados observados en la literatura. Un estudio reciente en niños obesos muestra que, tras un programa de ejercicio físico de 3 años y un período de desentrenamiento de 6 meses, la masa grasa y la resistencia cardiorrespiratoria (entre otros parámetros) se mantuvieron estables, incluso mejoraron.¹³ Algo similar ocurre en población adulta respecto a los parámetros lipídicos, que se mantienen sin cambios tras el desentrenamiento.^{16,17} Por el contrario, otros trabajos informan pérdidas de las ganancias observadas respecto a la condición física en niños^{11,12} y adolescentes.¹⁴ La presente revisión sistemática mostró un aumento del colesterol HDL tras el período de desentrenamiento, hecho que se constata tras analizar los resultados intra- (TE= 0,12; IC 95% 0,02-0,29) e intergrupo

TABLA 2. Valores del postest, desentrenamiento (media [DT]) y tamaño del efecto para los diferentes parámetros lipídicos

	HDL (mg/dL)			LDL (mg/dL)			CT (mg/dL)			TG (mg/dL)		
	Postest*	Des.	TE	Postest*	Des.	TE	Postest*	Des.	TE	Postest*	Des.	TE
Chang et al. ²⁷	45,5 (6,30)	56,0 (14,7)	0,93	84,0 (18,2)	94,5 (25,6)	0,47	136,2 (18,6)	175,9 (28,2)	2,16	79,7 (25,7)	132,9 (64,6)	1,08
Ferguson et al. ²⁸	41,7 (6,65)	41,6 (6,65)	-0,02	81,6 (17,8)	89,6 (17,5)	0,45	141,4 (17,9)	158,9 (19,7)	0,93	84,1 (5,31)	78,8 (5,31)	-1,00
Reinehr et al. ²⁹	49,0 (25,0)	49,5 (25,2)	0,02	113,0 (57,6)	112,9 (57,6)	0,00	NI	NI		119,9 (61,2)	116,3 (59,3)	-0,06
Shalitin et al. ²⁵	49,3 (10,4)	50,6 (12,1)	0,15	103,0 (25,7)	94,0 (29,6)	-0,69	107,7 (30,3)	166,4 (36,0)	1,76	91,7 (48,1)	107,9 (59,5)	0,30
Woo et al. ²⁶	NI	NI	-	NI	NI	-	165,7 (34,6)	183,9 (23,1)	0,62	154,5 (38,5)	163,5 (23,6)	0,28

* Resultados tras el programa de ejercicio físico; CT: colesterol total; TG: triglicéridos; TE: tamaño del efecto; Des.: desentrenamiento; NI: no informa.

TABLA 3. Análisis de sensibilidad para cada parámetro lipídico

Estudio omitido	HDL		LDL		CT		TG	
	TE (IC 95%)	p	TE (IC 95%)	p	TE (IC 95%)	p	TE (IC 95%)	p
Chang et al. ²⁷	0,03 (de -0,13 a 0,19)	0,70	-0,06 (de -0,22 a 0,11)	0,49	1,27 (de 0,96 a 1,57)	< 0,001	-0,10 (de -0,26 a 0,06)	0,23
Ferguson et al. ²⁸	0,13 (de 0,04 a 0,28)	0,04	-0,08 (de -0,25 a 0,09)	0,33	1,69 (de 1,34 a 2,04)	< 0,001	0,11 (de -0,06 a 0,28)	0,19
Reinehr et al. ²⁹	0,23 (de 0,01 a 0,49)	0,03	-0,04 (de -0,30 a 0,22)	0,76	-	-	0,05 (de -0,20 a 0,31)	0,68
Shalitin et al. ²⁵	0,12 (de 0,08 a 0,27)	0,05	0,11 (de -0,06 a 0,28)	0,21	1,19 (de 0,84 a 1,55)	< 0,001	-0,08 (de -0,25 a 0,09)	0,37
Woo et al. ²⁶	-	-	-	-	1,49 (de 1,20 a 1,79)	< 0,001	-0,03 (de -0,19 a 0,14)	0,75

CT: colesterol total; TG: triglicéridos; TE: tamaño del efecto; IC: intervalo de confianza.

(TE= 0,49; IC 95% 0,18-0,81). Por su parte, el nivel de CT también aumentó tras el período de desentrenamiento (TE= 1,41; IC 95% 1,13-1,69); no obstante, es necesario tener en cuenta que el estudio que albergaba más número de sujetos (n= 203)²² no se incluía en este análisis al no evaluar este parámetro lipídico. A priori, parece que el ejercicio físico en niños obesos podría influir positivamente sobre la generación de hábitos saludables, como se refleja en la mejora de estos parámetros lipídicos, incluso tras el desentrenamiento. Así, el mantenimiento y/o mejora de las ganancias inducidas por el ejercicio físico durante un período de desentrenamiento podría estar influenciada, al menos en parte, por la magnitud de la ganancia inicial y por los hábitos llevados a cabo por los sujetos en su día a día. Por lo tanto, la presente revisión sistemática sugiere que no todas las mejoras inducidas por el ejercicio físico en los niños son transitorias y reversibles, aspecto que se ha constatado en población infantil,¹² lo que impide, por ejemplo, un deterioro de su metabolismo lipídico.¹⁷

Por su parte, los resultados sobre el colesterol HDL (el análisis de sensibilidad) mostraron que uno de los estudios incluidos en el análisis²⁷ influyó en gran medida sobre los resultados finales. Los autores de este estudio²⁷ incluyeron en su diseño un programa educativo de hábitos, aspecto que podría haber influido sobre la actividad física realizada tras finalizarlo.⁶ Así pues, parece que este tipo de programa integral ayuda a preservar el efecto beneficioso del ejercicio físico y evitar la morbilidad asociada con la obesidad. No obstante, los dos artículos incluidos en el análisis intergrupo^{20,27} llevaron a cabo un programa a largo plazo (36-48 semanas). Este hecho podría indicar la necesidad de plantear programas de ejercicio físico de larga duración para generar un menor deterioro tras el desentrenamiento,⁵ como se ha constatado en población infantil obesa.¹³ Así, este planteamiento podría ayudar a los profesionales de la salud a formular un estilo de vida activo y generar hábitos de actividad física, que mantengan estos y sus beneficios hasta y durante la edad adulta.

Finalmente, la presente revisión sistemática tiene ciertas limitaciones. En primer lugar, el número de estudios incluidos fue pequeño (n= 5). En segundo lugar, existe una gran heterogeneidad en el tiempo considerado como desentrenamiento, que oscila entre las 12 y las 48 semanas. Este aspecto podría influir sobre los resultados obtenidos y ser una fuente importante de sesgo.

En tercer lugar, los resultados se analizaron a nivel intragrupo (postest vs. desentrenamiento), ya que no todos los estudios incluidos aportaban datos para comparar respecto a un grupo control. No obstante, los resultados intergrupo (grupo experimental vs. control)^{20,27} constatan los hallazgos observados en general para el colesterol HDL. Finalmente, ningún estudio evaluó los hábitos diarios durante este período (dieta, actividad física, ejercicio físico, etc.), a pesar de que esto podría afectar los resultados tras el período de desentrenamiento. Como principal fortaleza, se podría destacar que los criterios de inclusión restrictivos podrían favorecer una mayor homogeneidad entre los estudios.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta revisión sistemática sugieren que el desentrenamiento tras un programa de ejercicio físico no genera una pérdida significativa de los beneficios obtenidos sobre el perfil lipídico de los niños obesos. Tanto es así que estos programas de ejercicio físico (36-48 semanas) parecen poder generar hábitos saludables tras su cese y favorecer un aumento posterior del nivel de colesterol total y HDL. Se necesitan más estudios al respecto, que incluyan intervenciones longitudinales y su influencia sobre el desentrenamiento de diferentes parámetros metabólicos relacionados con la obesidad. Así, se podrían analizar los períodos de menor participación o de inactividad por una lesión o vacaciones escolares como períodos de desentrenamiento. No obstante, parece necesario establecer un consenso en cuanto al tiempo mínimo para considerar un período como desentrenamiento, llevando a cabo estudios al respecto. ■

REFERENCIAS

1. Han JC, Lawlor DA, Kimm SY. Childhood obesity. *Lancet* 2010;375(9727):1737-48.
2. Ebbeling CB, Pawlak DB, Ludwig DS. Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet* 2002;360(9331):473-82.
3. Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev* 2004;5 (Suppl 1):4-104.
4. Eisenmann JC, Wickel EE, Welk GJ, Blair SN. Relationship between adolescent fitness and fatness and cardiovascular disease risk factors in adulthood: the Aerobics Center Longitudinal Study (ACLS). *Am Heart J* 2005;149(1):46-53.
5. Waters E, de Silva-Sanigorski A, Hall BJ, Brown T, et al. Interventions for preventing obesity in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;(12):CD001871.
6. Wang Y, Wu Y, Wilson RF, Bleich S, et al. Childhood obesity prevention programs: comparative effectiveness review

- and meta-analysis. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality, 2013. Disponible en: <http://www.effectivehealthcare.ahrq.gov/ehc/products/330/1524/obesity-child-report-130610.pdf>. [Acceso: 5 de septiembre de 2013].
7. Escalante Y, Saavedra JM, García-Hermoso A, Domínguez AM. Improvement of the lipid profile with exercise in obese children: a systematic review. *Prev Med* 2012;54(5):293-301.
 8. García-Hermoso A, Saavedra JM, Escalante Y. Effects of exercise on resting blood pressure in obese children: a meta analysis of randomized controlled trials. *Obes Rev* 2013;14(11):919-28.
 9. Saavedra JM, García-Hermoso A, Escalante Y. Effects of exercise and /or diet programs on kinanthropometric and metabolic parameters in obese children: a pilot study. *J Hum Kinet* 2011;29:67-78.
 10. Mujika I, Padilla S. Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I: short term insufficient training stimulus. *Sports Med* 2000;30(2):79-87.
 11. Santos AP, Marinho DA, Costa AM, Izquierdo M, et al. The effects of concurrent resistance and endurance training follow a detraining period in elementary school students. *J Strength Cond Res* 2012;26(6):1708-16.
 12. Faigenbaum AD, Farrell AC, Fabiano M, Radler TA, et al. Effects of detraining on fitness performance in 7-year-old children. *J Strength Cond Res* 2013;27(2):323-30.
 13. García-Hermoso A, Saavedra JM, Escalante Y, Domínguez AM. Effects of a long-term physical exercise program with and without diet on obese boys after six-month detraining. *World J Pediatr* 2014;10(1):38-45.
 14. Tsolakis CK, Vagenas GK, Dessypris AG. Strength adaptations and hormonal responses to resistance training and detraining in preadolescent males. *J Strength Cond Res* 2004;18(3):625-9.
 15. Herd SL, Hardman AE, Boobis LH, Cairns CJ. The effect of 13 weeks of running training followed by 9 d of detraining on postprandial lipaemia. *Br J Nutr* 1998;80(1):57-66.
 16. Damirchi A, Tehrani BS, Alamdari KA, Babaei P. Influence of aerobic training and detraining on serum BDNF, insulin resistance, and metabolic risk factors in middle-aged men diagnosed with metabolic syndrome. *Clin J Sport Med* 2014. [Epub ahead of print].
 17. Slentz CA, Houmard JA, Johnson JL, Bateman LA, et al. Inactivity, exercise training and detraining, and plasma lipoproteins. STRRIDE: a randomized, controlled study of exercise intensity and amount. *J Appl Physiol* (1985) 2007;103(2):432-42.
 18. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Ann Intern Med* 2009;151(4):W65-94.
 19. Saavedra JM, Escalante Y, García-Hermoso A. Improvement of aerobic fitness in obese children: a meta-analysis. *Int J Pediatr Obes* 2011;6(3-4):169-77.
 20. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, et al. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther* 2003;83(8):713-21.
 21. Thalheimer W, Cook S. How to calculate effect sizes from published research: A simplified methodology. Somerville, MA: Work-Learning Research, 2002. Disponible en: http://www.bwgriffin.com/gsu/courses/edur9131/content/Effect_Sizes_pdf5.pdf. [Acceso: 26 de junio de 2014].
 22. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Hillsdale: Lawrence Erlbaum; 1988. Págs. 273-88.
 23. Higgins JP, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG. Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ* 2003;327(7414):557-60.
 24. Higgins JP, Thompson SG. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Stat Med* 2002;21(11):1539-58.
 25. Shalitin S, Ashkenazi-Hoffnung L, Yackobovitch-Gavan M, Nagelberg N, et al. 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. *Horm Res* 2009;72(5):287-301.
 26. Woo J, Shin KO, Yoo JH, Park S, et al. The effects of detraining on blood adipokines and antioxidant enzyme in Korean overweight children. *Eur J Pediatr* 2012;171(2):235-43.
 27. Chang C, Liu W, Zhao X, Li S, et al. Effect of supervised exercise intervention on metabolic risk factors and physical fitness in Chinese obese children in early puberty. *Obes Rev* 2008;9 (Suppl 1):135-41.
 28. Ferguson MA, Gutin B, Le NA, Karp W, et al. Effects of exercise training and its cessation on components of the insulin resistance syndrome in obese children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999;23(8):889-95.
 29. Reinehr T, de Sousa G, Toschke AM, Andler W. Long-term follow-up of cardiovascular disease risk factors in children after an obesity intervention. *Am J Clin Nutr* 2006;84(3):490-6.