

**Universidad Cardenal Herrera-CEU**

**Departamento de Fisioterapia**



**Intervención de ejercicio físico domiciliario  
en obesidad infantil: ensayo controlado  
aleatorizado comparando modalidad  
tradicional versus plataforma web**

**TESIS DOCTORAL**

Presentada por:  
Alejandro Bruñó Soler

Dirigida por:  
Dr. D. Juan Francisco Lisón Párraga  
Dra. Dña. Empar Lurbe Ferrer

VALENCIA

2016





Universidad  
Cardenal  
Herrera  
CEU

D. **Juan Francisco Lisón Párraga**, Profesor Agregado del Departamento de Medicina de la Universidad CEU-Cardenal Herrera de Valencia.

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado **“Intervención de ejercicio físico domiciliario en obesidad infantil: ensayo controlado aleatorizado comparando modalidad tradicional versus plataforma web”**, ha sido realizado por D. Alejandro Bruñó Soler, bajo mi dirección y reúne todos los requisitos legales y académicos necesarios para su defensa.

Valencia, 19 de mayo de 2016

Fdo. Dr. D. Juan Francisco Lisón Párraga





VNIVERSITAT  
ID VALÈNCIA

Dña. **Empar Lurbe Ferrer**, Profesora Titular de Pediatría acreditada a Cátedra de la Universidad de Valencia.

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado **“Intervención de ejercicio físico domiciliario en obesidad infantil: ensayo controlado aleatorizado comparando modalidad tradicional versus plataforma web”**, ha sido realizado por D. Alejandro Bruñó Soler, bajo mi dirección y reúne todos los requisitos legales y académicos necesarios para su defensa.

Valencia, 19 de mayo de 2016

Fdo. Dra. Dña. Empar Lurbe Ferrer



*A mi padre*





## Lista de abreviaturas

**AF** = actividad/es física/s.

**ALADINO** = Estudio de Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad.

**AVENA** = Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes.

**BIA** = bioimpedanciometría eléctrica.

**CC** = composición corporal.

**CCR** = condición cardiorrespiratoria.

**CF** = condición física.

**CFS** = condición física relacionada con la salud.

**D** = dieta.

**DEXA** = absorciometría dual de rayos-X.

**EA** = ejercicio aeróbico.

**ECA** = ensayo clínico aleatorio.

**ECG** = electrocardiograma.

**ECV** = enfermedad cardiovascular.

**EFM**= ejercicio de fuerza muscular.

**ENSE** = Encuesta Nacional de Salud de España.

**Entto** = entrenamiento.

**EVA** = estilo de vida activo.

**FC** = frecuencia cardíaca.

**FCM** = frecuencia cardíaca media.

**FC máx** = frecuencia cardíaca máxima.

**FC submáx** = frecuencia cardíaca submáxima.

**FM** = fuerza muscular.

**FSA** = flujo sanguíneo del antebrazo.

**GC** = grupo control.

**HDL** = lipoproteína de alta densidad.

**HOMA-IR** = *homeostasis model assessment*.

**IA** = intensidad alta.

**ICC** = índice cintura/cadera.

**ICCR** = índice de la condición cardiorrespiratoria.

**IM** = intensidad moderada.

**IMC** = índice de masa corporal.

**IOTF** = *International Obesity Task Force*.

**IRM** = imágenes por resonancia magnética.

**LDL** = lipoproteína de baja densidad.

**Lpm** = latidos por minuto.

**MMII** = miembros inferiores.

**MMSS** = miembros superiores.

**MLG** = masa libre de grasa.

**PA** = presión arterial.

**PAD** = presión arterial diastólica.

**PAS** = presión arterial sistólica.

**PC** = peso corporal.

**Rep** = repeticiones.

**RM** = repetición máxima.

**SEEDO** = Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad.

**Sem** = semana.

**TAS** = tejido adiposo subcutáneo.

**TAV** = tejido adiposo visceral.

**TC** = tomografía computarizada.

**TIC** = Tecnologías de la Información y de la Comunicación.

**TMB** = tasa metabólica basal.

**VO<sub>2</sub> máx** = consumo máximo de oxígeno.

**VO<sub>2</sub> pico** = consumo pico de oxígeno.

**WHO** = *World Health Organization*.

**z-IMC** = puntuación z del IMC.



# ÍNDICE

---



## Índice de contenidos

<b>Índice de contenidos</b> .....	15
<b>Índice de tablas</b> .....	19
<b>Índice de figuras</b> .....	21
<b>I. RESUMEN</b> .....	25
<b>PARTE I. MARCO TEÓRICO.</b>	
1.1 OBESIDAD: CONCEPTO, PREVALENCIA, CONSECUENCIAS, CAUSAS Y ACTUACIONES .....	29
1.2 ACLARACIÓN CONCEPTUAL: ACTIVIDAD, EJERCICIO Y CONDICIÓN FÍSICA..	33
1.3 VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA.....	34
1.4 ACTIVIDAD FÍSICA, CONDICIÓN FÍSICA Y SALUD .....	37
1.5 COMPOSICIÓN CORPORAL Y CONDICIÓN FÍSICA EN NIÑOS Y ADOLESCENTES CON SOBREPESO U OBESIDAD .....	39
1.6 TIPOS DE INTERVENCIONES EMPLEADAS EN EL TRATAMIENTO DE LA OBESIDAD INFANTIL .....	42
1.7 IMPACTO DE LA DIETA Y DEL EJERCICIO FÍSICO SOBRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL .....	44
1.7.1 Tratamiento dietético .....	44
1.7.2 Ejercicio aeróbico (EA) .....	45
1.7.3 Ejercicio aeróbico (EA) combinado con dieta (D).....	46
1.7.4 Ejercicio de fuerza muscular (EFM) .....	58
1.7.5 Ejercicio de fuerza muscular (EFM) combinado con dieta (D).....	59

1.7.6 Ejercicio aeróbico (EA) combinado con ejercicio de fuerza muscular (EFM) .....	60
1.7.7 Ejercicio mixto (EA plus EFM) combinado con dieta (D) .....	61
1.8 INFLUENCIA DE LA DIETA Y DEL EJERCICIO FÍSICO SOBRE LA CONDICIÓN FÍSICA.....	63
1.8.1 Ejercicio aeróbico (EA) combinado o no con dieta (D) .....	63
1.8.2 Ejercicio de fuerza muscular (EFM) combinado o no con dieta (D).....	65
1.8.3 Ejercicio mixto (EA plus EFM) combinado o no con dieta (D) .....	66

**PARTE II. MARCO EXPERIMENTAL.**

**II. EXPERIMENTO I. “EFECTOS DE UN PROGRAMA DOMICILIARIO DE EJERCICIO FÍSICO Y DIETA SOBRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL Y LA CONDICIÓN FÍSICA EN NIÑOS OBESOS”**

2.1 RESUMEN.....	85
2.2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....	86
2.2.1 Objetivo general .....	86
2.2.2 Objetivos específicos.....	86
2.2.3 Hipótesis.....	86
2.3 MATERIAL Y MÉTODOS.....	87
2.3.1 Sujetos .....	87
2.3.2 Procedimiento.....	88
2.3.2.1 Evaluación de la composición corporal y de la condición física	88
2.3.2.2 Intervención de ejercicio físico domiciliario .....	93
2.3.3 Análisis estadístico .....	97
2.4 RESULTADOS .....	97
2.5 CONCLUSIONES .....	100



---

<b>III. EXPERIMENTO II. “INTERVENCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO DOMICILIARIO EN OBESIDAD INFANTIL: ENSAYO CONTROLADO ALEATORIZADO COMPARANDO MODALIDAD TRADICIONAL VERSUS PLATAFORMA WEB”</b>	
3.1 RESUMEN.....	103
3.2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....	104
3.2.1 Objetivo general .....	104
3.2.2 Objetivos específicos.....	104
3.2.3 Hipótesis.....	104
3.3 MATERIAL Y MÉTODO .....	105
3.3.1 Sujetos .....	105
3.3.2 Procedimiento.....	107
3.3.2.1 Evaluación de la composición corporal y de la condición física .	107
3.3.2.2 Intervención de ejercicio físico domiciliario: modalidad tradicional versus plataforma web con o sin apoyo .....	112
3.3.3 Análisis estadístico .....	118
3.4 RESULTADOS .....	119
3.5 CONCLUSIONES .....	125
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>129</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>143</b>
<b>VI. AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>147</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>151</b>



---

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.....	49
<b>Tabla 2.</b> Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico combinado con dieta sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.....	68
<b>Tabla 3.</b> Resultados de la comparación de los valores pre y post-intervención de las distintas variables Antropométricas y de Composición Corporal.....	98
<b>Tabla 4.</b> Resultados de la comparación de los valores pre y post-intervención de las distintas variables de Condición Física.....	99
<b>Tabla 5.</b> Características basales de los sujetos participantes en el estudio.....	120
<b>Tabla 6.</b> Resultados de la comparación de los valores pre y post-intervención de las distintas variables Antropométricas y de Composición Corporal.....	121
<b>Tabla 7.</b> Resultados de la comparación de los valores pre y post-intervención de las distintas variables de Condición Física.....	122



## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Evolución de la prevalencia del sobrepeso y/o obesidad (%) .....	30
<b>Figura 2.</b> Sedentarismo de la población española de 0 – 24 años (%) .....	32
<b>Figura 3.</b> Componentes y factores de la Condición Física relacionada con la salud... 35	
<b>Figura 4.</b> Estadiómetro de pared (seca 216) y analizador de grasa corporal (TANITA TBF-410 M), empleados para la evaluación antropométrica y de la composición corporal.....	88
<b>Figura 5.</b> Batería de saltos empleada para la evaluación de la fuerza explosiva de los miembros inferiores .....	90
<b>Figura 6.</b> Plataforma de contacto ( <i>Ergo Jump Plus Bosco System</i> ) empleada en la valoración de la fuerza explosiva de los miembros inferiores.....	91
<b>Figura 7.</b> Realización del UKK-Test para la valoración de la condición cardiorrespiratoria.....	92
<b>Figura 8.</b> Pulsómetro digital (Polar s610i) y banda elástica utilizados para la monitorización de la frecuencia cardíaca .....	92
<b>Figura 9.</b> Test empleado para la valoración de la fuerza resistencia de la musculatura abdominal.....	93
<b>Figura 10.</b> Descripción del programa de ejercicio (formato impreso).....	96
<b>Figura 11.</b> Diagrama de flujo de los sujetos participantes en las diferentes fases del estudio.....	106
<b>Figura 12.</b> Dinamómetro ( <i>Jamar Hand Dynamometer 5030J1</i> ) empleado para la evaluación de la fuerza de los miembros superiores.....	108
<b>Figura 13.</b> Tapiz rodante ( <i>Bh Fitness Cruiser Supra G645</i> ) empleado para la realización del protocolo de Balke modificado .....	109
<b>Figura 14.</b> Analizador de gases metabólicos ( <i>Medgraphics - VO2000</i> ). Máscaras, cables, arandela y boquilla ( <i>Medgraphics</i> ).....	109

<b>Figura 15.</b> <i>Therapy Intelligent Personal Sensor o TIPS-shirt</i> .....	110
<b>Figura 16.</b> Paciente ejecutando el protocolo de Balke modificado.....	111
<b>Figura 17.</b> Tensiómetro electrónico (Omron HEM-705IT 759-E), empleado para la medición de la presión arterial y de la frecuencia cardiaca .....	112
<b>Figura 18.</b> Descripción del programa de ejercicio basado en la plataforma web <i>Move It</i> .....	114
<b>Figura 19.</b> <i>Log in</i> de la plataforma web <i>Move It</i> .....	115
<b>Figura 20.</b> Recomendaciones sobre la ejecución correcta de los ejercicios, proporcionadas a través de la plataforma web <i>Move It</i> .....	116
<b>Figura 21.</b> Mensajes de ánimo remitidos a los sujetos que realizaron el programa de ejercicio a través de la plataforma web <i>Move It</i> .....	117
<b>Figura 22.</b> Personalización del ejercicio a través de la plataforma web <i>Move It</i> .....	118
<b>Figura 23.</b> Comparación de la puntuación z del índice de masa corporal entre las distintas condiciones (Formato Impreso, Plataforma Web y Plataforma Web con Apoyo) pre y post-intervención. Los valores están expresados como la media $\pm$ Desviación Típica .....	123
<b>Figura 24.</b> Comparación del peso corporal (kg) entre las distintas condiciones (Formato Impreso, Plataforma Web y Plataforma Web con Apoyo) pre y post-intervención. Los valores están expresados como la media $\pm$ Desviación Típica.....	123
<b>Figura 25.</b> Comparación de la masa grasa (%) entre las distintas condiciones (Formato Impreso, Plataforma Web y Plataforma Web con Apoyo) pre y post-intervención. Los valores están expresados como la media $\pm$ Desviación Típica.....	124
<b>Figura 26.</b> Comparación de la masa magra (kg), entre las distintas condiciones (Formato Impreso, Plataforma Web y Plataforma Web con Apoyo) pre y post-intervención. Los valores están expresados como la media $\pm$ Desviación Típica.....	124

# I RESUMEN

---





## I. RESUMEN.

La obesidad infantil ha experimentado un aumento rápido durante las últimas décadas, y aunque los factores hereditarios son importantes, su prevalencia continúa aumentando a consecuencia de los hábitos alimenticios y de actividad física (AF) propios de las sociedades de consumo. El resultado final es un balance energético positivo que se va almacenando año tras año en forma de grasa, así como también una disminución drástica de los niveles de condición física (CF).

En nuestro país, a causa de la obesidad el 17.6% de los niños están expuestos a sufrir a corto y a largo plazo problemas de salud que amenazan su esperanza y calidad de vida. A este preocupante escenario clínico se le suma la deficiente CF de niños y adolescentes obesos, que exacerba aún más si cabe la influencia negativa del exceso de peso corporal (PC) sobre la salud. Así, una deficiente CF durante la infancia supone un impacto cardiovascular que supera al de otros factores bien establecidos, como la dislipemia, la hipertensión o la propia obesidad. En este sentido los datos del estudio Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes (AVENA) muestran que uno de cada cinco adolescentes españoles posee un nivel de CF indicativo de riesgo cardiovascular.

Por otra parte, múltiples estudios evidencian que la alimentación junto con el ejercicio físico constituyen los pilares en los que se sustenta la prevención y el tratamiento de la obesidad infantil. Así, la práctica regular de ejercicio físico puede reducir el exceso de PC, mejorar la composición corporal (CC) e incrementar la CF o estado fisiológico que proporciona la base para la realización de las actividades cotidianas. Por desgracia, todavía se desconocen los parámetros idóneos de un programa de ejercicio físico (frecuencia, intensidad, tiempo y tipo) diseñado para mejorar la CC y la CF. Así como también los formatos y las características que las intervenciones basadas en el ejercicio físico deben aglutinar para conseguir una mayor tasa de adherencia por parte de sus participantes, que resultará en un mayor impacto sobre la CC y la CF.

Por todo ello, la presente tesis doctoral investiga en un primer estudio el impacto de un programa domiciliario de ejercicio físico mixto (aeróbico y de fuerza) combinado con dieta mediterránea, sobre la CC y la CF en niños y adolescentes españoles con sobrepeso u obesidad. Para posteriormente, en el siguiente experimento, analizar si dicho programa de ejercicio físico puede entregarse y/o

administrarse de forma satisfactoria a través de una plataforma web como formato alternativo al impreso. Para ello se implementará el mismo programa mediante tres formatos: formato impreso (FI), plataforma web (PW) y plataforma web con apoyo (PWA). Evaluándose la influencia que sobre el grado de cumplimiento, la CC y la CF supondrá entregar el programa a través de dichos formatos.

Se concluye que un programa domiciliario de ejercicio físico mixto administrado en formato tradicional impreso durante seis meses en combinación con la dieta mediterránea mejora la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria y la fuerza muscular de niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad. Asimismo, la implementación de un programa de ejercicio físico mixto de tres meses de duración a través de la plataforma web *Move It* con o sin apoyo en combinación con dieta mediterránea, reporta beneficios similares en la composición corporal respecto a un programa domiciliario de 6 meses de duración en formato tradicional impreso.

# **PARTE I. MARCO TEÓRICO**

---



## 1.1 OBESIDAD: CONCEPTO, PREVALENCIA, CONSECUENCIAS, CAUSAS Y ACTUACIONES.

La obesidad es una enfermedad crónica que se caracteriza por la acumulación excesiva de grasa corporal (Serra, Franch, López, Costa, & Salinas, 2007). Para su diagnóstico, de forma unánime y consensuada por diferentes sociedades médicas y organizaciones de la salud, [Organización Mundial de la Salud (OMS), *International Obesity Task Force* (IOTF), Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO), Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, etc.], se acepta como criterio de referencia el valor del índice de masa corporal (IMC), dadas su reproducibilidad, facilidad de utilización y capacidad de reflejar la adiposidad en la mayoría de la población (Salas-Salvadó, Rubio, Barbany, Moreno, & Grupo Colaborativo de la SEEDO, 2007; Serra et al., 2003).

En adultos, se considera que un individuo es obeso cuando el valor del IMC es superior o igual a 30 kg/m<sup>2</sup>, mientras que si dicho valor se sitúa por encima de 25 kg/m<sup>2</sup>, la SEEDO (Salas-Salvadó et al., 2007) considera que se trata de un adulto con sobrepeso. En la población pediátrica se aplica el mismo criterio, si bien las cifras de corte (P85 y P95-97 para el sobrepeso y la obesidad, respectivamente) difieren de las del adulto (Cole, Bellizzi, Flegal, & Dietz, 2000; Serra et al., 2003). Además, el IMC en niños y adolescentes, debe ser interpretado considerando la edad y el sexo, pues al tratarse de un grupo poblacional en crecimiento y desarrollo la adiposidad corporal variará en función del sexo, de la etapa puberal, de los cambios en la talla y de la velocidad del crecimiento (Díaz, 2014).

La comunidad científica, tomando como referencia el IMC, concluye que en las últimas décadas los niveles de obesidad y de sobrepeso han aumentado drásticamente en niños y adolescentes, alcanzándose proporciones epidémicas mundiales, cuyas consecuencias constituyen un grave problema de Salud Pública en los países industrializados (DuBose et al., 2008; Ogden et al., 2006; Serra et al., 2003; Watts, Jones, Davis, & Green, 2005). En España, los datos más recientes obtenidos del estudio ALADINO (2013) (Estudio de Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad), que toman como referencia los estándares de la OMS, indican que la prevalencia del sobrepeso en niños de 6 a 9.9 años fue del 26.3%, y en niñas fue del 25.9%. Mientras que la prevalencia de la obesidad fue del 22% en niños y del 16.2% en niñas (Pérez-Farinós et al., 2013).

Si se aplica a los sujetos del estudio ALADINO (Pérez-Farinós et al., 2013) la misma metodología y criterios utilizados en el estudio enKid (Serra et al., 2003), y se

compara la prevalencia de las dos categorías de PC excesivo con las del subgrupo de la misma edad del estudio enKid (6-9, años), se puede concluir que la evolución de la prevalencia del sobrepeso y de la obesidad desde 1998-2000 (enKid) hasta 2012-2013 (ALADINO) ha experimentado un estancamiento (Figura 1).

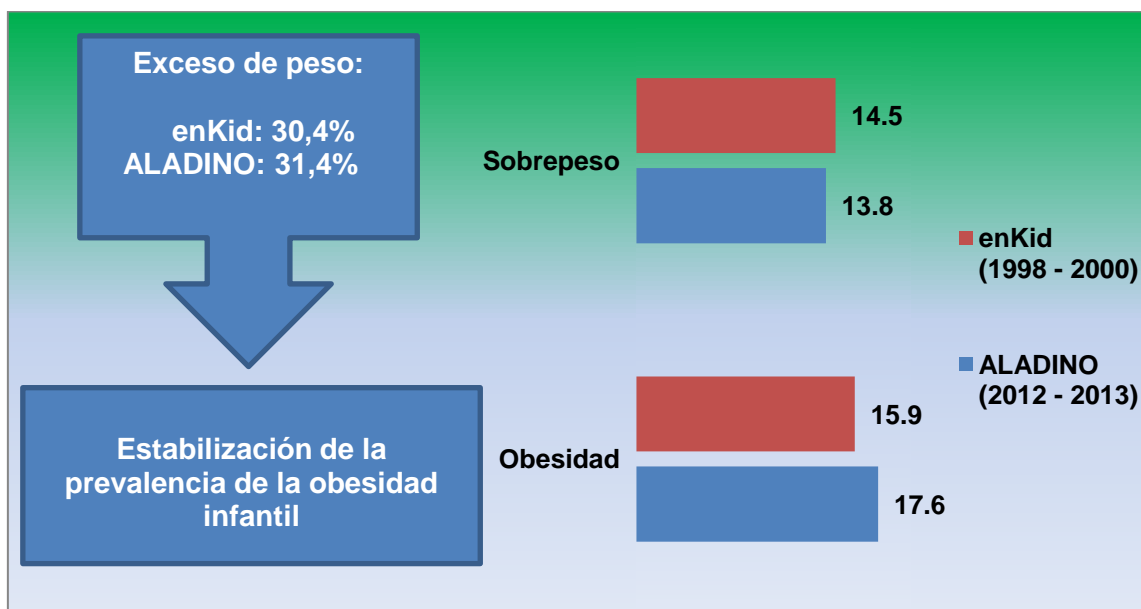


Figura 1. Evolución de la prevalencia del sobrepeso y/o obesidad (%). Sobrepeso y obesidad calculados con los percentiles 85 y 95. Fuente: Pérez-Farinós, N., López-Sobaler, A. M., Dal Re, M. A., Villar, C., Labrado, E., Robledo, T., & Ortega, R. M. (2013). The ALADINO study: A national study of prevalence of overweight and obesity in Spanish children in 2013. *BioMed Research International*, 2013, 163687.

A pesar de que la estabilización de la tendencia al aumento de la prevalencia de la obesidad infantil supone un logro importante, los datos del estudio ALADINO (2012–2013) nos muestran que aún persiste un problema de gravísimas consecuencias para la Salud Pública, tanto inmediatas como a largo plazo (Baker, Olsen, & Sorensen, 2007; Wabitsch, 2000). Así, la obesidad se asocia con diversas comorbilidades como hiperlipidemias, alteraciones del aparato locomotor, trastornos del sistema inmunitario, enfermedades cardíacas (Ogden et al., 2006; Watts et al., 2005; Weiss et al., 2004), diabetes (Goran, Ball, & Cruz, 2003), hipertensión y ciertos tipos de cáncer (Kiess et al., 2001). Además la obesidad se relaciona con el desarrollo precoz en niños y adolescentes del síndrome metabólico o conjunto de rasgos que incluyen hiperinsulinemia, hipertensión e hiperlipidemia. Por último, este exceso de PC en etapas tempranas también comporta problemas psicosociales, por tratarse de un grupo poblacional más propenso a experiencias de maltrato entre iguales (Janssen, Craig, Boyce, & Pickett, 2004).

Por otro lado, es importante tener en cuenta que aproximadamente entre el 30 y el 40% de los niños y el 80% de los adolescentes obesos lo serán posteriormente en la edad adulta (Watts et al., 2005). Este hecho explicaría el incremento de la morbimortalidad asociada por riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV) y otras patologías (colecistitis, colelitiasis e incluso algunas formas de cáncer) (Gascón et al., 2004; Watts et al., 2005).

La obesidad es una enfermedad crónica multifactorial de patogenia compleja, fruto de la interacción entre genotipo y ambiente (Palou, Serra, Bonet, & Pico, 2000; Salas-Salvadó et al., 2007; Watts et al., 2005). Así, en el sistema de control del PC intervienen numerosas biomoléculas, con más de un centenar de genes identificados y otros marcadores conocidos (Rankinen et al., 2002). Además, la primera ley de la termodinámica establece que la cantidad de energía almacenada es equivalente a la diferencia entre la energía ingerida y la energía consumida (Goran, Reynolds, & Lindquist, 1999). Cuando la primera supera a la segunda se produce una ganancia de peso. La ganancia de grasa corporal puede darse por un incremento en la ingesta dietética o por una reducción de la AF. La energía ingerida depende exclusivamente de los hábitos dietéticos, mientras que la energía consumida obedece a varios factores, siendo la AF el más modificable y variable, pues el gasto energético debido a la AF puede oscilar entre 0%, para individuos totalmente sedentarios, y un 50%, para atletas de élite (van Baak, 1999).

A pesar de que la etiología de la obesidad es de carácter multifactorial, su relación con el sedentarismo parece bastante clara (Bautista-Castaño, Sangil-Monroy, Serra-Majem, & Comité de Nutrición y Obesidad Infantil de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, 2004; DuBose et al., 2008; Ochoa et al., 2007; Serra et al., 2003). En este sentido, numerosas investigaciones evidencian un descenso importante en el tiempo dedicado a la AF, siendo particularmente preocupantes los bajos niveles de AF detectados en la población pediátrica (Goran et al., 2003; Pérez-Farinós et al., 2013; Serra Majem et al., 2003; Watts et al., 2005). Así, en España, la Encuesta Nacional de Salud (2011-12) concluye que el 12% de los niños entre 5 y 14 años no realiza ninguna AF, y un 45% de los adolescentes y jóvenes entre 15 y 24 años no realiza ninguna AF (Figura 2).

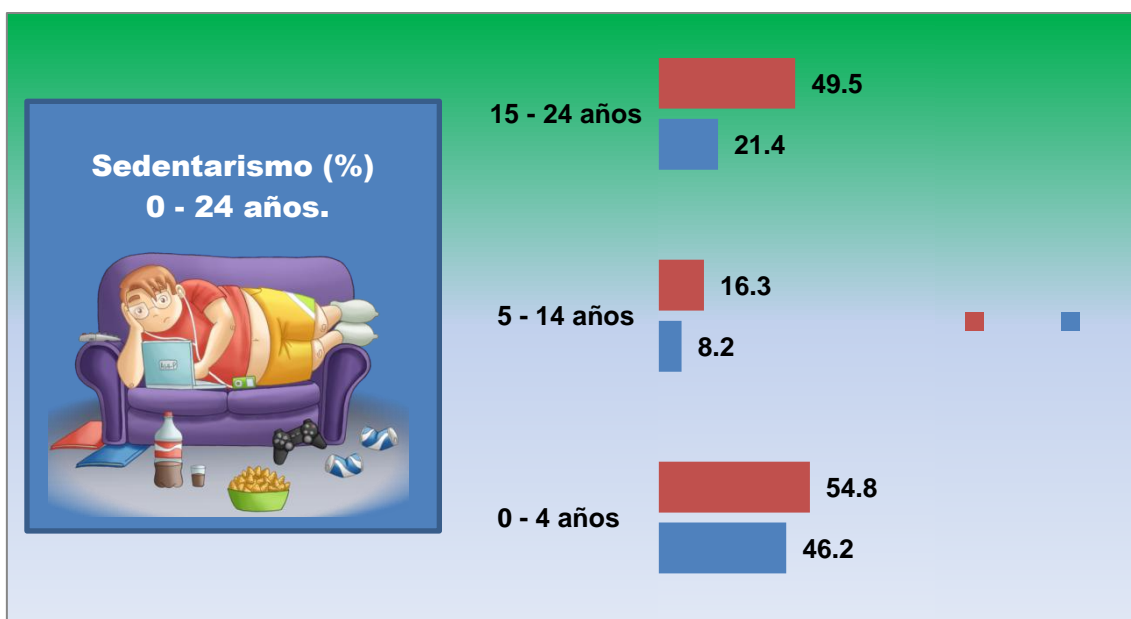


Figura 2. Sedentarismo de la población española de 0 – 24 años (%). Fuente: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. (2011/12). Encuesta Nacional de Salud de España (ENSE). Recuperado de <http://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuesta2011.htm>

Algunos autores han estimado que en las últimas cinco décadas se ha producido una disminución de entre 300-600 kcal/día en el gasto energético por AF. Propiciado por el incremento en el tiempo dedicado a actividades sedentarias como ver la televisión, jugar a los videojuegos, utilizar el ordenador, etc. (Jackson, Djafarian, Stewart, & Speakman, 2009; Strasburger & Council on Communications and Media American Academy of Pediatrics, 2010). En este sentido la utilización de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) ha sido considerada por la comunidad científica como un factor clave dentro de esta reducción de los niveles de AF. Sin embargo, recientemente se ha constatado que los posibles mecanismos que explicarían tal asociación reciben un limitado apoyo empírico (Marshall, Biddle, Gorely, Cameron, & Murdey, 2004), por lo que es difícil afirmar que el tiempo que niños y adolescentes dedican a las TIC desplaza a los comportamientos activos.

El creciente incremento de la obesidad y de sus complicaciones, fruto de la reducción de la AF propia del actual estilo de vida sedentario (World Health Organization (WHO), 2013), constituye un problema importante para el sistema sanitario que obliga a establecer criterios de intervención en dos campos complementarios pero a su vez diferenciados entre sí: la prevención, forma principal y más eficaz para evitar la obesidad desde edades tempranas, y la terapéutica o tratamiento de la obesidad (Serra et al., 2007; Salas-Salvadó et al., 2007). Dentro de estas dos líneas de actuación, no admite discusión alguna la contribución de la AF a la pérdida y/o mantenimiento del PC (McArdle, Katch, & Katch, 2010; van Baak, 1999). Al



punto que múltiples estudios en Fisiología del ejercicio han tratado el tema de la obesidad y, específicamente, el de la obesidad infantil y juvenil. Así, los efectos del ejercicio físico sobre la CC, las adaptaciones del tejido graso y muscular al entrenamiento, la movilización del tejido graso, las variaciones en la respuesta lipolítica del tejido adiposo subcutáneo y visceral como respuesta a la norepinefrina, las interacciones entre la dieta (D) y el ejercicio físico, etc., han sido, entre otros, temas ampliamente estudiados. Los resultados obtenidos coinciden en señalar que la AF puede contribuir a la regulación del PC, básicamente por medio de tres mecanismos: a) incrementando el gasto energético total, b) aumentando la tasa metabólica basal (TMB) y c) favoreciendo el mayor consumo de grasas frente a carbohidratos a través de cambios en el metabolismo intermediario (Epstein & Goldfield, 1999; Poehlman, 1989).

Bautista-Castaño et al. (2004) concluyen en su revisión que es fundamental: 1) aumentar el consumo de carbohidratos complejos en detrimento de grasas; 2) adecuar cuali-cuantitativamente el aporte calórico, especialmente del desayuno y 3) dedicar tiempo de ocio a la práctica regular de AF. Además, es importante asegurar siempre una ingesta suficiente de energía y nutrientes para preservar el crecimiento y el desarrollo físico e intelectual del niño-adolescente (Chueca, Azcona, & Oyarzabal, 2002). Así pues, correcta alimentación y práctica regular de AF (Bautista-Castaño et al., 2004; Goran et al., 1999; Watts et al., 2005) configuran los pilares fundamentales de cualquier programa que pretenda reducir y/o controlar el peso.

## 1.2 ACLARACIÓN CONCEPTUAL: ACTIVIDAD, EJERCICIO Y CONDICIÓN FÍSICA.

En la literatura científica en múltiples ocasiones se emplean indistintamente AF, ejercicio físico y CF; no obstante y pese a estar interrelacionados y ser inter-influenciables, estos conceptos son claramente diferentes (Castillo-Garzón, Ruiz, Ortega, & Gutiérrez, 2006; Eisenmann, 2007). Por AF se entiende cualquier movimiento producido por la musculatura esquelética que supone un aumento del gasto energético por encima del nivel basal (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985; Eisenmann, 2007). Por su parte, aquella AF practicada de forma sistemática e intencionada y cuyo propósito es la mejora o el mantenimiento de la CF, es lo que se conoce por ejercicio físico (Caspersen et al., 1985). Asimismo, también es bastante habitual que el término entrenamiento se utilice de forma errónea, pues cuando éste

está vinculado al ámbito escolar o al de la salud se debe hablar de acondicionamiento físico o de programas de ejercicio físico y no de entrenamiento (de la Reina Montero, Leopoldo & de Haro, 2003).

La CF, también conocida con el término anglosajón de *physical fitness*, se define como la capacidad que una persona tiene para realizar AF y/o ejercicio, y constituye una medida integrada de todas las funciones corporales y estructuras que participan en la realización de AF y/o ejercicio (Garzón, Porcel, & Ruiz, 2005; Ortega, Ruiz, Castillo, & Sjostrom, 2008). Por tanto, cuando se evalúa la CF realmente se está valorando el estado funcional de todos estos sistemas. Razón por la que actualmente se considera a la CF como uno de los marcadores de salud más potentes, así como un excelente predictor de morbilidad y mortalidad por ECV y por todas las causas de muerte (Blair et al., 1989; Metter, Talbot, Schrager, & Conwit, 2002; Mora et al., 2003; Myers et al., 2002).

### 1.3 VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA.

La valoración de la CF y su aplicación al ámbito de la salud ha originado que dentro de la comunidad científica del ejercicio, se la conozca con el apelativo de CF relacionada con la salud (CFS) o *health-related physical fitness*. Según el *American College of Sport Medicine* (Amstrong, Whaley, Brubaker, & Otto, 2005) la CFS comprende las siguientes capacidades y/o cualidades físicas: capacidad aeróbica o condición cardiorrespiratoria (CCR), fuerza muscular (FM), movilidad articular, velocidad de desplazamiento, agilidad, coordinación, equilibrio y composición corporal (CC). Los componentes y factores de la condición relacionados con la salud (Ruiz et al., 2009) se recogen en la Figura 3.

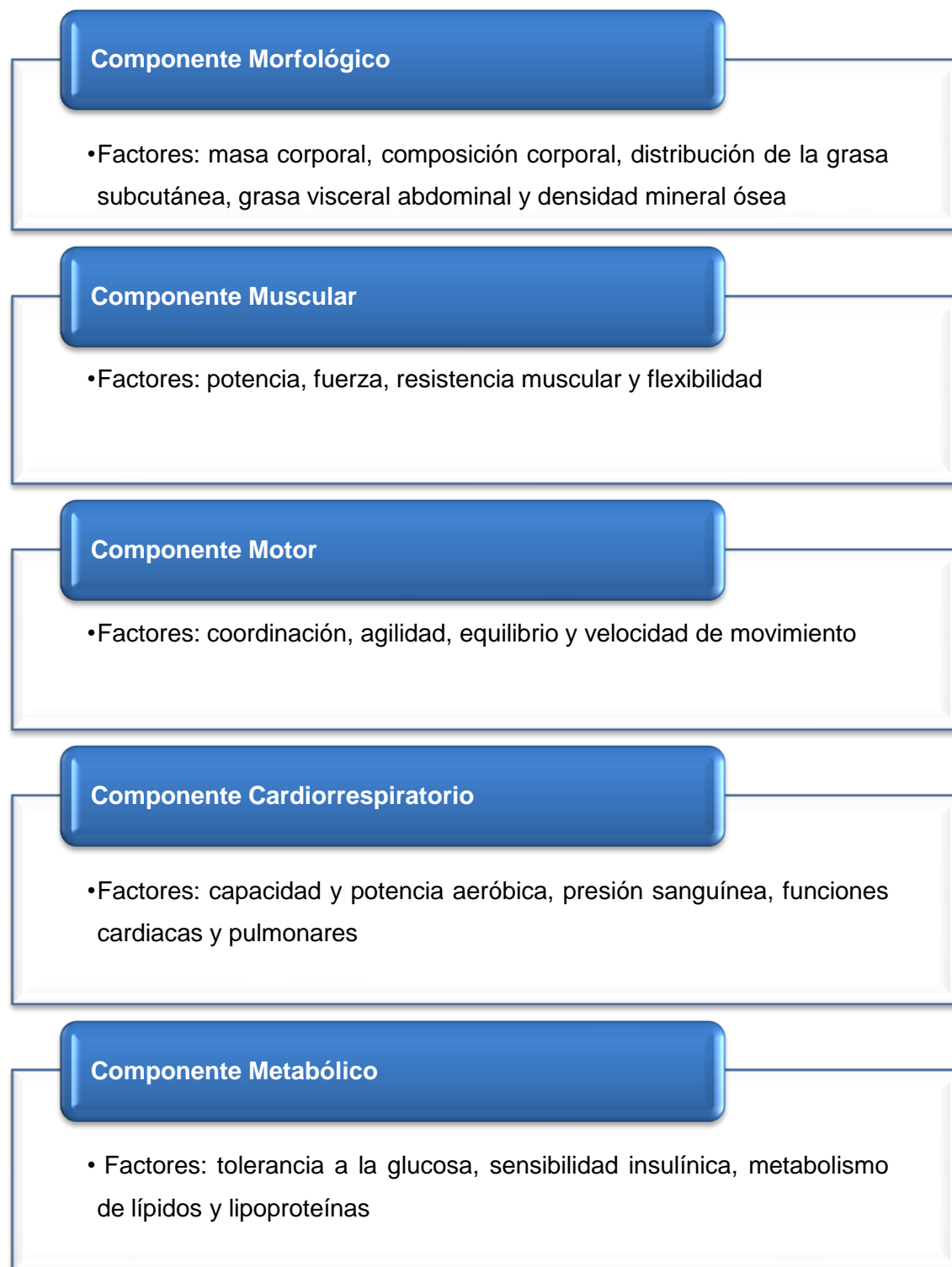


Figura 3. Componentes y factores de la Condición Física relacionada con la Salud. Fuente: Bouchard, C. E., Shephard, R. J., & Stephens, T. E. (1994). Physical activity, fitness, and health: International proceedings and consensus statement. *International Consensus Symposium on Physical Activity, Fitness, and Health, 2nd, may, 1992, Toronto, ON, Canada*. Human kinectics Publisher.

En la valoración del riesgo cardiovascular en la población pediátrica con sobrepeso u obesidad es de suma relevancia la determinación de la CCR, de la FM y de la CC, por ser éstos de todos los factores, los más estrechamente vinculados con la salud (Eisenmann, 2007). La CCR o capacidad máxima de un organismo para tomar, suministrar y utilizar el oxígeno necesario en la producción de energía a través del metabolismo aeróbico, es la que más relevancia tiene dentro de la evaluación de la CF (Eisenmann, 2007). El mejor indicador de la CCR, según la OMS, es el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx) alcanzado en una prueba de esfuerzo, realizada sobre un tapiz rodante o sobre un cicloergómetro (Shephard et al., 1968). Sin embargo, para la población pediátrica parece más adecuado utilizar como indicador de la CCR el  $VO_2$  pico alcanzado ante esfuerzos submáximos, ya que para niños y adolescentes, y en especial para aquellos con sobrepeso u obesidad, es muy difícil alcanzar esfuerzos máximos reales en las pruebas de laboratorio (Watts et al., 2005). No obstante hasta la fecha la estimación del  $VO_2$  pico en niños obesos se ha realizado en pocos estudios (Loftin, Sothorn, Warren, & Udall, 2004; Meléndez-Ortega, Davis, Barbeau, & Boyle, 2010).

Por otra parte, en muchas ocasiones los test de laboratorio no pueden realizarse por motivos prácticos y económicos, sin embargo es posible llegar a una aproximación del  $VO_2$  máx a partir de pruebas de campo estandarizadas, como por ejemplo el “Test de la *Course Navette*” o el “Test de caminar 2 Km del *Urho Kaleva Kekonen Institute*” conocido también como UKK-Test (Oja et al., 2001).

Pese a que la determinación del consumo de oxígeno constituye el estándar de oro, multitud de trabajos han preferido evaluar la CCR a través del estudio de la frecuencia cardíaca (FC), ante los inconvenientes técnicos y prácticos que plantea la evaluación del  $VO_2$  máx en la población pediátrica (Eisenmann, 2007; Watts et al., 2005). En este sentido cobra especial relevancia el estudio de la recuperación del ritmo cardíaco o tasa a la que disminuye la FC desde que finaliza un esfuerzo hasta un punto de tiempo predeterminado durante la recuperación (Mahon, Anderson, Hipp, & Hunt, 2003; Pierpont, Stolpman, & Gornick, 2000). Así, una recuperación atenuada se relaciona con el síndrome metabólico de aparición precoz en niños, así como también con una menor CCR, lo que indica un aumento del riesgo de ECV (Buchheit et al., 2008). Por todo ello, la recuperación de la FC se ha sugerido como un método no invasivo para la evaluación del riesgo cardiovascular en niños y adultos (Cole, Blackstone, Pashkow, Snader, & Lauer, 1999; Singh, Rhodes, & Gauvreau, 2008).

Asimismo y también dentro de los diferentes indicadores y/o componentes de la CCR, no debemos de perder de vista que los valores de PA en niños representan uno de los indicadores más importantes que permiten medir de forma cómoda y práctica, el riesgo cardiovascular en la futura vida adulta ([Lurbe et al., 2009](#)).

Dentro de los sistemas sanitarios de vigilancia, también es de suma importancia la determinación de otros parámetros de la CF igualmente relacionados con el riesgo de ECV como es el caso de la FM o capacidad de llevar a cabo un trabajo en contra de una resistencia. Sus componentes más relacionados con la salud son la fuerza máxima (isométrica y dinámica), la fuerza explosiva, la fuerza resistencia y la fuerza isocinética. Para la valoración de la FM y concretamente la del tren superior, se ha utilizado ampliamente en estudios epidemiológicos la dinamometría manual que determina la fuerza máxima de prensión. En adultos, se ha constatado que la fuerza de prensión manual es un fuerte predictor de morbilidad y de esperanza de vida ([Metter et al., 2002](#)). Asimismo y para evaluar la FM del tren inferior en niños y adolescentes, han sido extensamente utilizadas pruebas de saltos, bien sean horizontales o verticales ([Ruiz et al., 2006a](#)), como por ejemplo la batería de saltos de Bosco ([Bosco, 1994](#)).

#### 1.4 ACTIVIDAD FÍSICA, CONDICIÓN FÍSICA Y SALUD.

La CF o el estado de forma física está muy influenciado por los factores ambientales, entre los que destaca el estilo de vida, en especial la cantidad de AF y/o ejercicio físico realizado ([Ortega et al., 2008](#)). Pues a corto plazo, un estilo de vida inactivo disminuye la CF (CCR y FM) mientras que a la larga este sedentarismo supone la cuarta causa de muerte evitable, por delante incluso de la obesidad que es la quinta ([World Health Organization, 2009](#)). Por el contrario unos niveles óptimos de AF mejoran la CCR o salud cardiorrespiratoria de niños y jóvenes ([Andreacci et al., 2005](#); [Eisenmann, 2007](#); [Lisón et al., 2012](#); [Watts et al., 2005](#)).

Además de la cantidad, la intensidad también parece ser determinante, ya que se ha constatado que la AF vigorosa, en niños y adolescentes, está asociada con un mayor nivel de CCR ([Ortega et al., 2008](#)). Asimismo, independientemente del estado de adiposidad, la consecución diaria de 60 minutos o más de AF moderada-vigorosa está asociada en adolescentes con un nivel deseable de CCR ([Dencker et al., 2006](#);

Gutin, Yin, Humphries, & Barbeau, 2005; Hussey, Bell, Bennett, O'Dwyer, & Gormley, 2007; Ruiz, Rizzo et al., 2006).

En adultos, diversas investigaciones evidencian la importancia de la CF sobre la salud (Farrell, Braun, Barlow, Cheng, & Blair, 2002; Lee, Artero, Sui, & Blair, 2010). En este sentido, un reciente metaanálisis concluyó que el riesgo relativo de ECV fue mayor entre aquellos sujetos que se encontraban por debajo del percentil 20-25 de la distribución de CF, en comparación con los que se situaban en percentiles superiores, reduciéndose en estos últimos la mortalidad al menos un 50% -con independencia del grado de obesidad que presentaban- (Williams, 2001). Del mismo modo, se ha constatado que una deficiente CCR en niños obesos, es un factor predictivo de morbimortalidad más potente incluso que el propio IMC o que otros factores de riesgo cardiovascular tradicionales como la dislipemia y la hipertensión (Farrell et al., 2002).

Por el contrario, una adecuada CF durante la infancia y adolescencia previene en la edad adulta el aumento del riesgo de obesidad, de enfermedades metabólicas y cardiovasculares (García-Artero et al., 2007; Ortega et al., 2008), atenuando así el aumento del riesgo de mortalidad entre los adultos (Stevens, Cai, Evenson, & Thomas, 2002). Así, por ejemplo, se ha demostrado que una buena CCR mejora entre otras, la sensibilidad a la insulina, el perfil lipídico y de lipoproteínas, la presión arterial (PA), la CC, (Carnethon et al., 2003; Lee et al., 2010). Es más, se ha constatado que el estado de la CCR puede interactuar con uno o más de los estados clínicos adversos de la obesidad, agravando o contrarrestando sus graves consecuencias en función del nivel de dicho indicador (Andreacci et al., 2005).

El estudio AVENA reveló que niñas y adolescentes españolas con hipertensión tenían un mayor grado de obesidad y una menor CCR, en comparación con aquellas que presentaban valores normales de PA. Igualmente, este trabajo demostró que las adolescentes con una mejor FM presentaban valores más bajos de triglicéridos, colesterol LDL, glucemia, y que para un determinado nivel de CCR, a mejor FM, dicho perfil analítico de riesgo, mejoraba aún más (García-Artero et al., 2007), concluyendo en dicho estudio que tanto la CCR como la FM, tienen un impacto combinado y acumulativo sobre el sistema cardiovascular desde edades tempranas. Por todo ello, parece razonable promover la mejora de la CF en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad a través de programas principalmente orientados al aumento de la CCR y de la FM, por ser éstas las capacidades más estrechamente relacionadas con la salud cardiovascular (Eisenmann, 2007).

## 1.5 COMPOSICIÓN CORPORAL Y CONDICIÓN FÍSICA EN NIÑOS Y ADOLESCENTES CON SOBREPESO U OBESIDAD.

Diversos estudios, tras comparar la CC y la CF de niños y adolescentes de los años sesenta con los inicios del actual milenio, desvelan por un lado un importante descenso de la CCR y de la FM, y por otro, un notable y desproporcionado incremento de la grasa corporal en comparación con otros tejidos, fruto de un balance energético positivo prolongado (Olds, 2009; Tomkinson & Olds, 2007). Estos cambios han sido propiciados principalmente por la disminución de la AF en la población pediátrica que ha supuesto un impacto definitivo y negativo sobre la CC (cantidades absolutas y relativas de grasa y masa corporal magra) y la CF, y que en última instancia, perjudica seriamente la calidad de vida de un grupo poblacional en crecimiento y desarrollo (Cali & Caprio, 2009; Rauner, Mess, & Woll, 2013; World Health Organization (WHO), 2013).

La obesidad conlleva una alteración de la CC, que se traduce en primera instancia, en un aumento del compartimento graso que incrementará el PC y el IMC, y en segundo lugar, en una anómala distribución corporal de la masa grasa. Así, en los niños los depósitos grasos tienen lugar principalmente a nivel subcutáneo, mientras que en jóvenes y adolescentes, al igual que sucede en adultos, además se formarán depósitos grasos en el tronco y en la zona abdominal (Díaz, 2014). Fenómeno conocido como obesidad central, abdominal o androide, y que configura un patrón que se asocia con la aparición precoz del síndrome metabólico y de ECV en niños y adolescentes (Gutin et al., 2007).

Multitud de estudios, de carácter epidemiológico y transversal, han establecido una asociación inversa entre el IMC o bien el PC y la CF (Kim et al., 2005; Ortega et al., 2005; Rowland, 1991; Tokmakidis, Kasambalis, & Christodoulos, 2006). Sin embargo, se han reportado casos en los que coexiste un nivel de adecuado CF con un elevado IMC, secundario principalmente al aumento de masa magra, así como también otros, en los que a pesar del sobrepeso los sujetos se muestran hábiles en la práctica deportiva (Daniels et al., 2005; Eisenmann, 2007). Con independencia de esta heterogeneidad presente en las distintas categorías de la obesidad, por norma general los niveles de CF suelen ser pobres, especialmente si los comparamos con sus homólogos delgados (Dencker et al., 2006; Eisenmann, 2007; Moller, Wedderkopp, Kristensen, Andersen, & Froberg, 2007).

En este sentido, el  $VO_2$  máx en individuos obesos, en comparación con sujetos delgados, es alcanzado tras una duración y una velocidad menores durante una

prueba de esfuerzo realizada sobre un tapiz rodante (Pařízková, 2014). Tal circunstancia pone de manifiesto el pobre rendimiento físico de la población pediátrica con sobrepeso en la ejecución de actividades que requieren la transferencia del propio PC, como por ejemplo caminar o correr (Deforche, De Bourdeaudhuij, Tanghe, Hills, & De Bode, 2004; Minck, Ruiters, Van Mechelen, Kemper, & Twisk, 2000). Coincidiendo con estos hallazgos y también durante la ejecución de pruebas de carácter aeróbico (marcha y carrera), se ha demostrado que a un mismo nivel de intensidad, los sujetos con una mayor masa corporal alcanzaban un mayor consumo de oxígeno y una mayor tasa de gasto energético (Goran, Fields, Hunter, Herd, & Weinsier, 2000).

Por su parte Bovet, Auguste & Burdette (2007), encontraron una asociación más fuerte entre el exceso de PC y las pruebas de agilidad y/o movilidad, como el Test de la *Course Navette*, en comparación con otras pruebas que dependen más de la FM (abdominales y flexiones). Por tanto, el exceso de peso y/o de masa grasa destaca entre los motivos por los que, en comparación con sus homólogos delgados, niños y adolescentes con sobrepeso obtienen peores resultados en las pruebas de CCR. Ello se debe fundamentalmente a que necesitan más energía para mover o levantar una mayor masa corporal en contra de la fuerza de gravedad.

Por otro lado, la peor habilidad de adolescentes con sobrepeso constituye otra razón que también explicaría los peores resultados obtenidos en aquellas pruebas de CCR, que como la cicloergometría, no implican la transferencia del propio PC. En este sentido se ha constatado una mayor tasa del consumo de oxígeno y de la reserva cardiorrespiratoria, atribuible a una menor eficiencia mecánica (Norman et al., 2005).

A pesar de las diferencias a la hora de evaluar la CCR e independientemente de que la obesidad se evalúe por índices antropométricos (pliegues cutáneos) o por métodos de referencia (DEXA, tomografía computarizada (TC), imágenes por resonancia magnética (IRM)), existen evidencias de que la CCR muestra una fuerte asociación inversa con la adiposidad total y con el exceso de PC (Deforche et al., 2003; Kim et al., 2005; Mota, Flores, Flores, Ribeiro, & Santos, 2006). De igual modo también se ha constatado que mejoras en la FM, desde la niñez a la adolescencia, se asocian negativamente con los cambios en la adiposidad general (Ortega et al., 2008).

Los niños y adolescentes españoles con un elevado nivel de CCR también tienen significativamente menor adiposidad total, coincidiendo con los hallazgos de otras investigaciones (Poortvliet et al., 2003; Ruiz, Rizzo et al., 2006). Datos del estudio AVENA (González-Gross et al., 2003; Moreno et al., 2003) muestran que tanto una moderada como una elevada CCR se relacionan con una menor adiposidad



abdominal (Ortega et al., 2007). Asociaciones similares también han sido reportadas por este estudio cuando la CF fue evaluada a través del análisis de otros de sus componentes, como la velocidad, la agilidad, la flexibilidad, la fuerza explosiva del tren inferior o la fuerza resistencia abdominal (Brunet, Chaput, & Tremblay, 2007).

Por último, la obesidad también influye en otro de los indicadores de la CCR, la recuperación de la FC. En este sentido, se ha constatado que normalmente los adolescentes con sobrepeso, frente a sus homólogos delgados, experimentan una recuperación cardiaca más lenta tras la realización de una prueba de esfuerzo máxima seguida por un período de recuperación (Abu Hanifah et al., 2013; Dangardt et al., 2011; Singh et al., 2008).

Por otro lado, parece que la mayor cantidad de masa magra de los individuos con sobrepeso, es concomitante con su mayor tamaño corporal, y es la responsable del mayor gasto energético, independientemente de la presencia de una mayor masa grasa (Goran et al., 2000). En este sentido, algunos autores sugieren que en la población pediátrica cuando la obesidad se prolonga en el tiempo, la masa corporal magra puede haber aumentado también, y como resultado, la FM puede ser normal o incluso puede haberse visto incrementada (Pařízková & Hills, 2005). De este modo algunos trabajos han observado un mayor rendimiento en niños con sobrepeso, al evaluar la fuerza del tren superior mediante pruebas en las que el PC no influía en su ejecución, como sería el caso de la dinamometría manual o la realización de un saque de baloncesto (Bovet et al., 2007; Deforche et al., 2003).

No obstante, los resultados de varios test que evalúan la FM en niños y adolescentes obesos fueron en su mayoría adversos. Así, Kim et al. (2005), coincidiendo con otros autores (Deforche et al., 2003; Pate, Slentz, & Katz, 1989), concluyen que no solo la CCR sino que también la FM (abdominal y del tren superior) se asocian inversamente con el sobrepeso. Asimismo, los resultados obtenidos por estos mismos autores, demostraron en general una pobre CF en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad. Sin embargo debe tenerse en cuenta que las pruebas utilizadas por Kim et al. (2005) para evaluar la FM (abdominales y flexiones de brazos) exigían a los sujetos que levantaran su propia masa corporal contra la gravedad.

## 1.6 TIPOS DE INTERVENCIONES EMPLEADAS EN EL TRATAMIENTO DE LA OBESIDAD INFANTIL.

La comunidad científica recomienda de forma unánime la práctica de AF para la prevención y el tratamiento de la obesidad infantil (DuBose et al., 2008; Goran et al., 1999; Watts et al., 2005; Watts, Beye, Siafarikas, Davis et al., 2004), no obstante la modalidad más eficaz en cuanto al ejercicio y a la intervención aún no está totalmente definida. Ello en parte se podría achacar al hecho de que la AF se realiza de muchas maneras y en múltiples contextos (Baranowski & Simons-Morton, 1991; Salas-Salvadó et al., 2007; Watts et al., 2005). A este contratiempo, se le suma la falta de investigaciones que documenten las tasas de retención (adherencia) y que proporcionen información suficiente para una prescripción apropiada del ejercicio físico (Ho et al., 2013; Humphries et al., 2002; Watts et al., 2005; Woo, Chook, Yu, Sung, Qiao, Leung, Lam, Metreweli, & Celermajer, 2004b).

Sin embargo, la principal limitación de la mayoría de los estudios realizados hasta la fecha, radica en la escasez de ensayos clínicos aleatorios (ECA) (Watts et al., 2005) que investiguen la eficacia del ejercicio físico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad. Además desgraciadamente la gran parte de ellos no ha evaluado el efecto independiente del ejercicio frente al tratamiento dietético (Ho et al., 2013; Watts et al., 2005). Otros aspectos, como la selección y la representatividad de la muestra, la consideración de factores socioculturales y ambientales, la utilización de instrumentos de medida fiables y validados, el tratamiento adecuado de los resultados etc., se han descuidado en mayor o menor medida en muchos de los estudios realizados (Watts et al., 2005).

Por otra parte, prácticamente la totalidad de los programas de control y/o manejo del peso han sido conducidos grupal o individualmente en entornos controlados, como por ejemplo universidades, colegios, hospitales y centros de atención primaria. Documentándose en diversos estudios la eficacia de esta modalidad sobre la CC (Biddle, Braithwaite, & Pearson, 2014; Summerbell et al., 2005). Sin embargo, esta modalidad, también conocida con el término anglosajón *face to face*, no siempre proporciona accesibilidad y comodidad para las familias limitadas por los compromisos de trabajo, la ubicación o el transporte (Conwell, Trost, Spence, Brown, & Batch, 2010). Con objetivo de subsanar en la medida de lo posible estas limitaciones han surgido las intervenciones basadas en el hogar o intervenciones domiciliarias.

En este sentido, recientemente nuestro grupo de investigación ha evaluado el impacto de un programa domiciliario de ejercicio físico mixto (EA plus EFM)

combinado con la dieta mediterránea sobre la CC en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad, obteniendo resultados positivos -en parte debido a que se pautó minuciosamente el volumen y la intensidad de los ejercicios que debían realizar los sujetos- (Lisón et al., 2012). No obstante hasta la fecha, escasos estudios han evaluado el impacto que sobre la CC y la CF tiene una intervención domiciliaria de ejercicio mixto en formato circuito (Dobbins, DeCorby, Robeson, Husson, & Tirillis, 2009; Watts et al., 2005). Por todo ello nuestro primer experimento tiene como objetivo analizar los efectos de un programa de ejercicio domiciliario, que aúna las bondades de ambas modalidades (EA plus EFM), sobre los dos determinantes de la CF más estrechamente relacionados con la salud, la CC y la CF (CCR y FM).

En otro orden de acontecimientos, Lisón et al. (2012), coincidiendo con otros autores (Humphries et al., 2002; Watts et al., 2005), subrayan la importancia de estudiar cómo incrementar la adherencia de los participantes a las intervenciones basadas en el ejercicio físico, dado que el bajo cumplimiento constituye un contratiempo ampliamente reportado que limita la eficacia de los programas diseñados para la mejora de la CFS de la población pediátrica con sobrepeso u obesidad. En este sentido, parece primordial comprender la influencia que ejercen determinadas variables psicológicas (emociones, ansiedad y atención) para que niños y adolescentes obesos se inclinen o no por realizar regularmente AF.

En los últimos años y dentro del tratamiento de la obesidad infantil se ha incorporado paulatinamente pero con fuerza, una nueva perspectiva basada en la utilización de las TIC que ha surgido con el objetivo de fomentar la práctica de la AF (Foley & Maddison, 2010), utilizándose para tal fin programas basados en computadoras, videojuegos (*Exergaming* o videojuegos activos) y sitios web de Internet (*e-health*). La mayor parte de estas intervenciones se han centrado en incrementar el gasto calórico mediante el aumento de la AF, pero pocas han evaluado su impacto sobre los determinantes de la CFS. Asimismo, este nuevo enfoque ha supuesto un giro respecto a la percepción que se tenía sobre las TIC, pues hasta hace bien poco se habían asociado con el incremento del sedentarismo, con el aumento del PC, así como también con el descenso de los niveles de CF (Burke et al., 2006; Jackson et al., 2009).

Dentro de esta reciente línea de investigación, se enmarcan las intervenciones que basándose en Internet permiten a niños y adolescentes acceder a programas multidisciplinares de manejo del sobrepeso (van den Berg, Schoones, & Vliet Vlieland, 2007). La mayoría de estas intervenciones son de carácter psicoeducativo y se

fundamentan en las teorías de modificación de la conducta (teoría social, cognitiva y modelo transteórico), que entre otros propósitos, pretenden incrementar los niveles de AF en niños y adolescentes para así luchar contra la obesidad infantil (Norman et al., 2007).

Por otro lado, las intervenciones implementadas a través de una plataforma web cuentan con la capacidad de poder llegar a un gran número de pacientes a un coste relativamente bajo, gracias a que actualmente la mayoría de hogares disponen de Internet. Además, confieren a las intervenciones de un mayor atractivo, ya que las TIC son un centro de interés para niños y adolescentes. A estas potenciales ventajas, se le suma la posibilidad de remitir a los sujetos mensajes por correo electrónico para mantener la motivación a lo largo de la fase experimental de un estudio. Todas estas características a priori podrían ser de gran utilidad frente a dos de los problemas que con más frecuencia se reportan en la literatura científica: el bajo cumplimiento de los participantes para con los programas basados en el ejercicio físico y la dificultad de modificar el estilo de vida de niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad (Christison & Khan, 2012).

Que tengamos constancia, no existen investigaciones que combinen el uso de las TIC con un programa domiciliario de ejercicio físico mixto que haya sido validado para incrementar la CC y la CF en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad. Por todo ello, en el segundo experimento de la presente tesis se empleará una plataforma web, denominada *Move It*, para intentar solucionar en la medida de lo posible, el problema que plantea la baja tasa de adherencia al tratamiento, de cara a la obtención de resultados positivos en términos de CC y CF.

## 1.7 INFLUENCIA DE LA DIETA Y DEL EJERCICIO FÍSICO SOBRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL.

### 1.7.1 Tratamiento dietético.

En un reciente metaanálisis, Ho et al. (2013) valoraron la eficacia en el tratamiento de la obesidad infantil de las intervenciones dietéticas frente a las fundamentadas exclusivamente en el ejercicio físico. Estos autores indican que la D se asocia a corto plazo con una disminución de los triglicéridos, y a la larga, con mejoras en el colesterol y en el PC. Sin embargo, en este trabajo no se reportan los

inconvenientes asociados a las dietas hipocalóricas, entre los que destaca su capacidad para frenar el crecimiento e inducir reducciones en la tasa metabólica en reposo en proporción a las disminuciones en la masa magra (Lazzer et al., 2005; Maffeis, Schutz, & Pinelli, 1992), que en última instancia, favorecen la recuperación del peso después de la interrupción del tratamiento dietético (Schwingshandl & Borkenstein, 1995).

Este metaanálisis también muestra fuertes evidencias de que la adición del ejercicio físico a la modificación de la D, tiene un mayor impacto sobre el perfil metabólico (colesterol HDL, glucosa e insulina en ayunas) y la CC, y, coincidiendo con otras investigaciones, sus autores concluyen que una restricción moderada de energía junto con la realización de ejercicio físico, constituye la intervención más segura y efectiva para reducir la masa grasa corporal, evitando al mismo tiempo la pérdida de la masa magra así como la reducción de la TMB (Sothorn, Loftin, Suskind, Udall, & Blecker, 1999). Asegurando con ello, que el proceso de pérdida de peso no provoque alteraciones en la CC que perjudiquen seriamente al crecimiento y al desarrollo de niños y adolescentes.

Además de estos beneficios para con la CC, la práctica regular de AF puede prevenir o contrarrestar los riesgos asociados al sobrepeso o la obesidad, y en consecuencia, se deduce que la prescripción de ejercicio físico constituye un complemento a la restricción dietética y una estrategia adecuada para luchar contra la obesidad infantil (Serra et al., 2007; Salas-Salvadó et al., 2007).

#### 1.7.2 Ejercicio aeróbico (EA).

El ejercicio aeróbico (EA) consiste en la realización de actividades de carácter cíclico y/o repetitivo, como correr o montar en bicicleta, en las que se involucran a grandes grupos musculares. Hasta la fecha, la inmensa mayoría de las intervenciones diseñadas para aumentar el gasto calórico y así reducir el compartimento grasa en niños y adolescentes obesos o con sobrepeso se ha basado en esta modalidad, cuya influencia sobre la CC ha sido ampliamente constatada en múltiples trabajos (Brambilla, Pozzobon, & Pietrobelli, 2011; Ho et al., 2013; Watts et al., 2005) (Tabla 1).

Sin embargo, parece que no existe suficiente evidencia de que el EA, como tratamiento independiente, sea eficaz para reducir la obesidad. En este sentido solo la mitad de los ECA incluidos en una reciente revisión reportaron que esta modalidad de ejercicio supuso un impacto positivo sobre la CC (Laframboise & Degrauw, 2011). Del

mismo modo varios estudios que evaluaron el impacto independiente del EA, no observaron tras la intervención cambios significativos en el PC y en el IMC (Kelly et al., 2004; Kelly, Steinberger, Olson, & Dengel, 2007; Watts, Beye, Siafarikas, O'Driscoll et al., 2004). Por el contrario, diversos autores reportaron una disminución del PC y del IMC en comparación con el GC, en aquellos niños y adolescentes obesos que siguieron un programa de EA (Hayashi, Fujino, Shindo, Hiroki, & Arakawa, 1987; Meyer, Kundt, Lenschow, Schuff-Werner, & Kienast, 2006). Estos resultados contradictorios indican que el EA como tratamiento independiente, tiene un efecto inconsistente en la prevención y el tratamiento de la obesidad infantil.

### 1.7.3 Ejercicio aeróbico (EA) combinado con dieta (D).

Hasta la fecha, la mayoría de los estudios que ha evaluado la influencia de los programas basados en el EA sobre la CC han sido mal controlados (Tabla 2). Por otra parte, son pocos los estudios que han estratificado el efecto independiente del ejercicio, ya que en ellos habitualmente se compara la influencia de la D frente a la D combinada con EA (Brambilla et al., 2011; Ho et al., 2013; Watts et al., 2005).

Basándose en este diseño Becque, Katch, Rocchini, Marks & Moorehead (1988), no observaron cambio alguno en el grupo que siguió un tratamiento combinado (EA plus D) durante veinte semanas, posiblemente por una insuficiente duración o intensidad del protocolo de ejercicio administrado. De forma opuesta, otros autores (Prado et al., 2009; Rocchini et al., 1988) encontraron mejoras significativas en el PC y en el porcentaje de masa grasa tanto en el grupo basado en la D como en el que siguió una intervención combinada (EA plus D). No obstante la utilización de un grupo de adolescentes delgados como GC, la baja muestra y la elevada heterogeneidad en algunas de las intervenciones, debilita la solidez de estos resultados (Tabla 2).

En la revisión llevada a cabo por Ho et al. (2013), se observa una tendencia a favor de las intervenciones que aúnan D y EA, puesto que las mayores reducciones del porcentaje de masa grasa se observaron tras aplicar esta intervención combinada. Confirmando estos resultados, diversos estudios (Shalitin et al., 2009; Woo, Chook, Yu, Sung, Qiao, Leung, Lam, Metreweli, & Celermajer, 2004a; Woo, Chook, Yu, Sung, Qiao, Leung, Lam, Metreweli, & Celermajer, 2004b) también coinciden en señalar que la combinación de la D con EA supuso un mayor impacto sobre la CC, en comparación con el grupo que recibió únicamente tratamiento dietético.

Respecto a las investigaciones que evalúan el impacto independiente del EA frente a la D, Hills & Parker (1988) reportaron una reducción en los pliegues cutáneos en comparación con el grupo que recibió exclusivamente asesoramiento dietético (Tabla 2). Con idéntico diseño, en un trabajo posterior se reportó una disminución significativamente mayor del porcentaje de sujetos con sobrepeso en el grupo que participó durante cuatro meses en un programa de EA, en comparación con aquellos sujetos que recibieron solamente asesoramiento dietético (Reybrouck, Vinckx, Van den Berghe, & Vanderschueren-Lodeweyckx, 1990).

Por otro lado y como alternativa a los programas de ejercicio físico, varios autores han propuesto la promoción de un estilo de vida activo (EVA), para así incrementar el gasto calórico en niños y adolescentes obesos o con sobrepeso (Epstein, Wing, Koeske, Ossip, & Beck, 1982; Epstein, Wing, Koeske, & Valoski, 1984; Epstein, Wing, Koeske, & Valoski, 1985b; Gutin et al., 1995; Gutin, Barbeau, Owens, Lemmon, Bauman, Allison, Kang, & Litaker, 2002b). No obstante, tras comparar el impacto de la promoción de un EVA combinado o no con D frente a la D como única intervención, se han reportado hallazgos contradictorios respecto al PC y al porcentaje de sujetos con sobrepeso (Epstein, Valoski, Wing, & McCurley, 1994; Epstein et al., 1984), tanto en los niños y adolescentes que siguieron un tratamiento dietético como uno combinado (D plus EA) (Epstein et al., 1984; Epstein et al., 1995; Epstein, Wing, Koeske, & Valoski, 1985b). Esta falta de consistencia en los resultados junto con la elevada heterogeneidad que caracteriza el diseño de las intervenciones mencionadas, dificulta determinar el impacto real del EA o de la promoción de un EVA (Tabla 2).

Empleando también el EVA como estrategia alternativa a los programas basados en el ejercicio físico, Gutin et al. (2002a) evaluaron la eficacia del EA realizado a intensidad alta o a intensidad moderada frente a la promoción de un EVA. Tras la intervención, se observaron mejoras en la adiposidad visceral y total únicamente en aquellos sujetos que realizaron EA. En otro trabajo posterior, estos autores (Gutin et al., 1995) observaron mayores mejoras en la CC (disminución del porcentaje de masa grasa y aumento de la masa magra) y en el IMC en el grupo basado en el EA frente al EVA. En resumen, los resultados reportados sugieren que la promoción de un EVA es una estrategia menos eficaz que el EA en la prevención y el tratamiento de la obesidad infantil.

En síntesis, e independientemente de los métodos empleados para evaluar la obesidad, la mayoría de los estudios que combinan la D con el EA tienen una influencia sobre el IMC y la CC mayor que ambas intervenciones por separado

(Becque et al., 1998; Woo, Chook, Yu, Sung, Qiao, Leung, Lam, Metreweli, & Celermajer, 2004a). Por otra parte, el tipo de diseño y la baja calidad metodológica de muchos de los estudios incluidos en este apartado, junto con la exigua homogeneidad en cuanto a los parámetros que definen los programas de EA administrados, dificultan determinar el impacto independiente de esta modalidad sobre la CC (Ho et al., 2013; Watts et al., 2005) (Tabla 2).



Tabla 1. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Benson, Torode, &amp; Fiatarone Singh, 2008)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18283282">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18283282</a>	32♀ y 46♂ obesos / sobrepeso 7-10 años	ECA  1. EFM (n=37) 2. GC (n=41)	EFM progresivo, 8 sem: 2/sem, min/sesión NA 2 series x 8 rep al 80% 1RM EFM de alta intensidad con mancuernas dirigidos a los principales grupos musculares MMSS: curl de bíceps, extensión de tríceps, remo con mancuerna, elevaciones frontales alternas con mancuerna y press de banca. MMII: elevación lateral de piernas, curl femoral, gemelos y squat. Tronco: abdominales y abdominales invertidos	Perímetro cintura, grasa corporal  VO <sub>2</sub> máx (prueba de esfuerzo)  RM  Lípidos, sensibilidad a la insulina y glucosa en ayunas	Respecto al GC, cambios significativos: ↓Perímetro cintura -0.8 (2.2) cm vs GC .5 (1.7) cm; F = 7.59 ↓%MG (-.3 (1.8%) vs GC 1.2 (2.1%); F = 9.04) ↑MLG (.2 (1.4) kg vs GC 1.0 (1.2) kg; F = 6) ↓IMC (-.01 (.8%) vs GC .4 (.7%); F = 6.02)  ↑FM de MMSS: EFM ↑11.6 (6.1) kg vs GC 2.9 (3.7) kg; F = 48 ↑FM de MMII (cambio medio en EFM 42.9 (26.6) kg vs 28.5 (26.6) en GC kg; F = 4.72, p = .034) respecto a GC
<b>(Davis et al., 2011)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21502883">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21502883</a>	38♀ obesas, 15.8 ± 1.1 años	ECA  1. EA + EFM (n=18) 2. EA + EFM + Terapia Conductual (n=14) 3. GC (n=13)	Entto en circuito (EA + EFM), 16 sem: 2/sem, 60-90 min/sesión EA 30-45 min/sesión (cinta de correr, elíptica) EFM 30-45 min/sesión, dirigidos a principales grupos musculares, seguidos de 2-3 min de EA	Altura, PC, perímetro de la cintura, CC (DEXA), TAV y TAS (IRM)  VO <sub>2</sub> máx (prueba de esfuerzo)  RM  Glucosa e insulina	Grupo 1, respecto al GC: ↓perímetro de la cintura (-3% vs +3%), ↓TAS (-10% vs 8%, p = .04), ↓TAV (-10% vs 6%), ↓insulina (-24% vs +6%), resistencia a la insulina (-21% vs 4%)  Grupo 1 y 2, respecto GC: ↑significativo VO <sub>2</sub> máx: ↑16% EA + EFM y + ↑15% EA + EFM + Terapia conductual vs ↑6% GC  ↑F en prensa de piernas ↑40% EA + EFM vs + ↑20% EA + EFM + Terapia conductual
<b>(Farpour-Lambert et al., 2009)</b> <a href="http://content.onlinejacc.org/article.aspx?articleid=1140275">http://content.onlinejacc.org/article.aspx?articleid=1140275</a>	22♂ obesos y 22♂ delgados (GC), 6-11 años	ECA  1. EA + EFM (n=22) 2. GC (n=22)	Entto en circuito (EA + EFM), 3 meses: 3/sem 60 min/sesión EA: 30 min al 55–65% FC máx, según VO <sub>2</sub> máx, caminata rápida, juegos de pelota EFM 20 min, 2-3 series x 10-15 rep, resistencia del PC y bandas elásticas, MMSS, MMII y tronco. 10 min: estiramiento y vuelta a la calma 3–6 meses ambos grupos 2/sem	IMC, grasa corporal  VO <sub>2</sub> máx  PA, grosor arterial íntima-media, rigidez, función endotelial	3 meses, cambios significativos en: ↓ z-IMC, grasa total y abdominal y ↑MLG y ↑VO <sub>2</sub> máx  PAS-24h (EA + EFM -6.9 ± 13.5 mm Hg vs GC 3.8±7.9 mm Hg, -.8 ± 1.5 vs .4 ± .8), PAD (-.5 ± 1 vs 0 ± 1.4), tasa de hipertensión (-12% vs -1%)  6 meses, cambios significativos en rigidez arterial y grosor íntima-media

Tabla 1. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Ferguson, Gutin, Owens et al., 1999)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Ferguson+M+et+al.+Effects+of+physical+training+and+its+cessation+on+the+hemostatic+system+of+obese+children">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Ferguson+M+et+al.+Effects+of+physical+training+and+its+cessation+on+the+hemostatic+system+of+obese+children</a>	29♀ y 14♂ obesos, 7-11 años	ECA  1. EA (n=NA) 2. GC (n=NA)	EA 4 meses: 5/sem 40 min/sesión, FC > 150 lpm	IMC, DEXA	↑MLG ↓%MG
<b>(Ferguson, Gutin, Le et al., 1999)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Effects+of+exercise+training+and+its+cessation+on+components+of+the+insulin+resistance+syndrome+in+obese+children">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Effects+of+exercise+training+and+its+cessation+on+components+of+the+insulin+resistance+syndrome+in+obese+children</a>	53♀ y 26♂ obesos, 7-11 años	ECA  1. EA (n=NA) 2. GC (n=NA)	EA 4 meses: 5/semana 40 min/sesión, FC > 150 lpm	CC DEXA  FC submáx  Lípidos, insulina, glucosa	↓%MG
<b>(Gutin, Owens, Slavens, Riggs, &amp; Treiber, 1997)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Effect+of+physical+training+on+heart+period+variability+in+obese+children.+J+Pediatr">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Effect+of+physical+training+on+heart+period+variability+in+obese+children.+J+Pediatr</a>	23♀ y 12♂ obesos, 7-11 años	ECA  1. EA (n=17) 2. GC (n=18)	EA 4 meses: 5/sem 40 min/sesión, FC > 150 lpm	DEXA,  ECG	Respecto a GC, en grupo EA: ↓%MG ↓FC en esfuerzo Mejora función autónoma cardíaca

Tabla 1. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Gutin et al., 1999)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1007532">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1007532</a> 1	24♀ y 10♂ obesos, 7-11 años	ENC  1. EA (n=34)	EA 4 meses: 5/sem 40 min/sesión, FC > 150 lpm Grupo 1 realizó EA de 0-4 meses, mientras que el grupo 2 llevó a cabo el programa de ejercicio del 5º al 8º mes	DEXA, IRM  FC submáx  Insulina, glucosa, leptina	↑PC ↑MLG ↓%MG  Sin cambios en FC
<b>(Hagstromer, Elmberg, Marild, &amp; Sjostrom, 2009)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1900652">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1900652</a> 6	31♀♂ obesos, 10-18 años	ECA  1. EA + EFM (n=16) 2. GC (n=15)	EA + EFM 13 sem: 1/sem 60 min/sesión 1ª sem: caminata rápida 2ª-5ª sem: spinning 6ª-9ª sem: EFM al 50-70% de 1RM 10ª-13ª sem: natación	Altura, PC, IMC  VO <sub>2</sub> máx (prueba de esfuerzo)	Sin cambios en IMC, PC y z-IMC  Sin cambios en VO <sub>2</sub> máx
<b>(Hayashi et al., 1987)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Ec+hocardiographic+and+electrocardiographic+measurements+in+obese+children+after+an+exercise+program">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Ec+hocardiographic+and+electrocardiographic+measurements+in+obese+children+after+an+exercise+program</a>	11♀ y 7♂ obesos (GC) 15♂ delgados 10-11 años	ECNA  1. EA (n=18) 2. GC (n=15)	EA un año: 5/semana 20 min/sesión FC 145-155 lpm  GC: sesiones de Educación Física para sujetos delgados	PC, pliegues cutáneos  ECG	Al año en grupo EA: ↓PC  ↓FC en reposo (76 a 64 lpm)
<b>(Humphries et al., 2002)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1221873">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1221873</a> 4	53♀ y 25♂ obesos, 7-11 años	DC  1. EA (n=NA) 2. EA (n=NA)	EA 4 meses: 5/semana 40 min/sesión, entre 70-75% de FC máx Grupo 1 realizó EA de 0-4 meses, mientras que el grupo 2 llevó a cabo el programa de ejercicio del 5º al 8º mes	DEXA, IRM,  Función ventricular-ECG	↑MLG ↓%BF  ↓FC esfuerzo. Sin cambios en función ventricular y hemodinámica: gasto cardíaco, PAS resistencia periférica total

Tabla 1. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Kelly et al., 2004)</b> <a href="http://www.ipeds.com/article/S0022-3476(04)00717-6/abstract">http://www.ipeds.com/article/S0022-3476(04)00717-6/abstract</a>	20 ♂ obesos / sobrepeso, 10-11 años	ECA 1. EA (n=10) 2. GC (n=10)	EA, 8 meses: 4/sem, 30 min/sesión 50–60% del VO <sub>2</sub> máx A partir de 8ª sem, 50 min/sesión al 70–80% del VO <sub>2</sub> máx Bicicleta estática GC mantiene niveles de AF	CC  VO <sub>2</sub> pico  PA, dilatación por flujo en arteria braquial e inducida por nitroglicerina  Proteína C-reactiva, lípidos, glucosa, insulina, PTGO	No diferencias significativas en PC, IMC, %MG y triglicéridos  ↑significativo del VO <sub>2</sub> pico en grupo EA respecto al GC
<b>(Kelly et al., 2007)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17570265">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17570265</a>	11 ♀ y 8 ♂ con sobrepeso, 10.9 ± .4 años	ECA 1. EA (n=9) 2. GC (n=10)	EA 8 sem: 4/sem, min/sesión NA 1ª–3ª sem: 30 min/sesión al 50–60% del VO <sub>2</sub> máx 4ª–7ª sem: 40 min/sesión al 60–70% del VO <sub>2</sub> máx 8ª sem: 50 min/sesión al 70–80% del VO <sub>2</sub> máx Bicicleta estática	PC y CC  VO <sub>2</sub> máx  Adipoquinas, estrés oxidativo	Sin diferencias significativas en PC, IMC, %MG  ↑VO <sub>2</sub> máx
<b>(Kim et al., 2008)</b> <a href="http://www.pubfacts.com/detail/17888020/Effects-of-exercise-induced-weight-loss-on-acetylated-and-unacetylated-ghrelin-in-overweight-children">http://www.pubfacts.com/detail/17888020/Effects-of-exercise-induced-weight-loss-on-acetylated-and-unacetylated-ghrelin-in-overweight-children</a>	17 ♂ con sobrepeso, 11 años	ECA 1. EA + EFM (n=8) 2. GC (n=9)	EA + EFM 12 sem: 4/sem (2 x EA / 2 x EFM) 80 min/sesión: 30 min EA + 50 min EFM EFM al 70% 1RM y se incrementó cuando pudieron realizar 20 rep 9 EFM dirigidos a los principales grupos musculares, se usaron bandas elásticas EA al 55–75% de la FC máx Caminar	PC y CC  Insulina, leptina, grelina total y acilada	Respecto a CG, en grupo EA + EFM ↓significativa PC, %MG e índice HOMA-IR

Tabla 1. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Kim, 2010)</b> <a href="http://d-scholarship.pitt.edu/8547/">http://d-scholarship.pitt.edu/8547/</a>	30♂, 12–18 años	ECA  1. EA (n=10) 2. EFM (n=13) 3. GC (n=7)	EA 12 sem: 3/sem, 60 min/sesión  EFM 12 sem: 3/sem, 60 min/sesión 50 al 60% 1RM, 1–2 series x 9-12 rep, 10 EFM dirigidos a los principales grupos musculares	Perímetro cintura, IMC, PC, masa grasa, grasa abdominal (TAV y TAS)  VO <sub>2</sub> máx  RM	Sin cambios en PC e IMC en EA y EFM, pero en GC ↑PC y IMC significativamente Respecto al CG, ↓significativa en masa grasa en EA ↓2.3 kg y EFM ↓1.4 kg; TAV (kg) EA ↓9.7% y ↓6.5%; TAS abdominal (kg) EFM ↓14.5% y ↓5.2%  Respecto al GC, ↑significativo del VO <sub>2</sub> máx en ambos grupos, pero mejora mayor en EA (36.5%) vs EFM (25.8%)  ↑significativo de FM de MMSS y MMII en EFM (> 30% y 43-50%, respectivamente) en comparación con EA y GC
<b>(Meyer et al., 2006)</b> <a href="http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0735109706019632">http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0735109706019632</a>	33♀ y 34♂ obesos, 11–16 años	ECA  1. EA (n=33) 2. GC (n=34)	EA 6 meses: 3/sem Natación y aquaerobic 60 min/sesión; deportes 90 min/sesión; caminar 60 min/sesión	%MG, ICC  Resistencia a la insulina, LDL, HDL, CRP	↓IMC, ↓ICC y ↓%MG
<b>(Owens et al., 1999)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9927022">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9927022</a>	49♀ y 25♂ obesos, 7-11 años	ECA  1. EA (n=35) 2. GC (n=39)	EA 4 meses: 5/sem 40 min/sesión, al 70-75% de la FC máx	DEXA, IRM  FC submáx	En grupo EA ↑MLG, ↓%MG, ↓masa grasa, ↓TAS abdominal (cm <sup>3</sup> ) y menor acumulación de TAV que en GC  ↓FC durante la realización de un esfuerzo

Tabla 1. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Park et al., 2012)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3447644/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3447644/</a>	29♂ obesos / sobrepeso, 12-13 años	ECA 1. EA + EFM (n=15) 2. CG (n=14)	Entto en circuito (EA + EFM) 12 sem: 3/sem, 80 min/sesión 10 min calentamiento y 10 min vuelta a la calma  EA 30 min, caminar/correr al 50-70% de la FC de reserva: 1ª-6ª sem: al 50-60% de la FC de reserva 7ª-12ª sem: al 60-70% de la FC de reserva  EFM 30 min, 60% de 1RM 2 series x 8-12 rep de un circuito de 7 EFM dirigidos a los principales grupos musculares, < 30s de descanso entre ejercicios. MMSS: press de banca, curl de bíceps y extensiones de tríceps. MMII: press de piernas, extensión de piernas, curl de piernas y gemelos	PC, altura, CC, IMC, perímetro de la cintura  ↑VO <sub>2</sub> máx (prueba de esfuerzo)  PA, espesor íntima-media de la carótida	En grupo intervención: ↓IMC  ↑VO <sub>2</sub> máx  ↓grosor íntima-media
<b>(Shaibi et al., 2006)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16826016">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16826016</a>	22♂ con sobrepeso, 15.1 ± .5 años	ECA 1. EFM (n=11) 2. GC (n=11)	EFM progresivo ( series, rep y resistencia), 16 sem: 2/sem, < 60 min/sesión 1 a 3 series x 3 a 15 rep al 62 - 97% de 1RM Día 1: MMII + analíticos MMSS Día 2: MMSS + analíticos MMII	CC (DEXA), TAV (CT) y TAS abdominal (BIA)  VO <sub>2</sub> pico (prueba de esfuerzo), FC (electrocardiograma)  RM  Sensibilidad a la insulina	En comparación con GC: IMC sin cambios, ↓%MG  VO <sub>2</sub> pico sin cambios  FM ↑significativo en MMSS - MMII

Tabla 1. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Tan, Yang, &amp; Wang, 2010)</b> <a href="http://www.researchgate.net/publication/46124528_Physical_training_of_9-to_10-year-old_children_with_obesity_to_lactate_threshold_intensity">http://www.researchgate.net/publication/46124528_Physical_training_of_9-to_10-year-old_children_with_obesity_to_lactate_threshold_intensity</a>	26♀ y 34♂ obesos, 9-10 años	ECA  1. EA + EFM (n=30) 2. GC (n=30)	EA + EFM 8 sem: 5/sem, 50 min/sesión FC al umbral láctico Correr, saltar, squat y danza	PC, altura, IMC, pliegues cutáneos, perímetro cintura  5 min carrera-caminata  Salto de longitud  Tasas de gasto energético de distintas AF (O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> )	Respecto al GC, EA + EFM mostró mejoras significativas en IMC, CCR y en el salto de longitud
<b>(Thivel et al., 2011)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Effect+of+a+6-month+school-based+physical+activity+program+on+body+composition+and+physical+fitness+in+lean+and+obese+schoolchildren">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Effect+of+a+6-month+school-based+physical+activity+program+on+body+composition+and+physical+fitness+in+lean+and+obese+schoolchildren</a>	229♂, de ellos 60 obesos 228♂, de ellos 41 obesos 6-10 años	ECA  1. E (NA) (n=229) 2. GC (n=228)	Modalidad: NA, 6 meses: 2/sem 60 min/sesión Ejercicios atléticos: fuerza, resistencia, velocidad, coordinación y flexibilidad	IMC, pliegues cutáneos, MLG  Course Navette  Potencia pico del pedaleo	No mejoras antropométricas  Mejora CF en obesos y delgados
<b>(Treuth, Hunter, Pichon, Figueroa-Colon, &amp; Goran, 1998)</b> <a href="http://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/1998/07000/Fitness_and_energy_expenditure_after_strength_training.aspx?type=abstract">http://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/1998/07000/Fitness_and_energy_expenditure_after_strength_training.aspx?type=abstract</a>	11♀ niñas obesas y 11♂ delgados (GC), 7-10 años	ECNA  1. EFM (n=11) 2. GC (n=11)	EFM 5 meses: 3/sem 20 min/sesión 2 series x 12-15 rep, al 50-70% 1RM, 7 EFM dirigidos a los principales grupos musculares Prensa de piernas, press de banca, press militar, curl de bíceps, polea al pecho, extensión de tríceps y abdominales	DEXA, TAV abdominal (CT)  VO <sub>2</sub> pico, FC  RM  PTGO	En grupo EFM: ↑PC, ↑MLG  Sin cambios en FC submáx y VO <sub>2</sub> pico  FM ↑significativo 1RM en press de banca (19.6%), en prensa de piernas (20%) y fuerza extensora de la rodilla (35%)

Tabla 1. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Treuth, Hunter, Figueroa-Colon, &amp; Goran, 1998)</b> <a href="http://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/1998/12000/Effects_of_strength_training_on_intra_abdominal.13.aspx">http://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/1998/12000/Effects_of_strength_training_on_intra_abdominal.13.aspx</a>	20♀ obesas y 11♀ delgados (GC) 7-10 años	ECNA 1. EFM (n=20) 2. GC (n=11)	Como se detalla en el estudio anterior	CC, DEXA, TC FM PTGO	En EFM, respecto al GC ↑PC, ↑MLG (27.1 a 29.2 kg), tejido intra-abdominal estable ↑FM
<b>(Watts, Beye, Siafarikas, O'Driscoll et al., 2004)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15126996">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15126996</a>	8♀ y 6♂ obesos 6-11 años	ECC 1. EA (n=14) 2. GC (n=14)	EA 8 sem: 3/sem 60 min/sesión, al 65-85% FC máx Videojuego activo	IMC, perímetros, pliegues PAS y PAD Lípidos, hemoglobina, glucosa, homocisteína, función vascular	No diferencias significativas en PC, IMC, perímetro de cintura o medición de 6 pliegues PA: ningún cambio en reposo o en la media de PAS y PAD
<b>(Watts, Beye, Siafarikas, Davis et al., 2004)</b> <a href="http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0735109704004632">http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0735109704004632</a>	10♀ y 9♂ obesos, (20 delgados (GC)) 12-16 años	ECC 1. EA + EFM (n=19) 2. GC (n=19)	Entto en circuito (EA + EFM) 8 sem: 3/sem, 60 min/sesión EA: 65-85% de la FC máx EFM: 55-70% de 1RM Prensa de piernas, elevaciones de talones, flexiones, jalones al pecho y remo sentado	DEXA, IMC, perímetros, pliegues FC submáx RM: prensa de piernas, elevación de talones, pectorales, jalones al pecho, remo sentado Lípidos, hemoglobina glicosilada, glucosa, homocisteína, función vascular	↓Grasa del tronco y abdominal. Sin cambios en PC, IMC o perímetro de la cintura ↓FC durante ejercicio submáximo (cicloergometría) FM ↑significativo de la suma de las cinco contracciones máximas PA: ningún cambio en reposo o en la media de PAS y PAD



Tabla 1. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
(Wong et al., 2008) <a href="http://www.annals.edu.sg/pdf/37VolNo4Apr2008/V37N4p286.pdf">http://www.annals.edu.sg/pdf/37VolNo4Apr2008/V37N4p286.pdf</a>	24♂ obesos, 13–14 años	ECA  1. EA + EFM + Deportes (n=12) 2. GC (n=12)	Entto en circuito (EA + EFM) 12 sem: 2/sem, 45-60 min/sesión 65%-85% de la FC máx EFM: 4–7 ejercicios dirigidos a los principales grupos musculares, con el propio PC y balones medicinales EA: NA Deportes: fútbol, balonmano... 7-10 min de calentamiento y vuelta a la calma. Ambos grupos 2/sem, 40 min/sesión de Educación Física	PC, altura, IMC, DEXA.  Capacidad de trabajo a 170 lpm  PAS, PAD  Glucosa en ayunas, colesterol total (HDL y LDL), triglicéridos, proteína C-reactiva	En GC ↑PC significativo En grupo intervención mejora significativa: MLG, IMC  ↓FC en reposo, ↓PAS y ↓triglicéridos  Proteína C-reactiva sin cambios

**AF** = actividad/es física/s; **BIA** = bioimpedanciometría eléctrica; **CC** = composición corporal; **CCR** = condición cardiorrespiratoria; **D** = dieta; **DC** = diseño cuasi-experimental; **DEXA** = absorciometría dual de rayos-X; **EA** = ejercicio aeróbico; **ECA** = ensayo clínico aleatorio; **ECC** = ensayo clínico cruzado; **ECG** = electrocardiograma; **ECNA** = ensayo controlado no aleatorizado; **EFM** = ejercicio de fuerza muscular; **ENC** = ensayo no controlado; **Entto** = entrenamiento; **FC** = frecuencia cardíaca; **FC máx** = frecuencia cardíaca máxima; **FC submáx** = frecuencia cardíaca submáxima; **FSA** = flujo sanguíneo del antebrazo; **GC** = grupo control; **HDL** = lipoproteína de alta densidad; **HOMA-IR** = *homeostasis model assessment*; **ICC** = índice cintura/cadera; **IMC** = índice de masa corporal; **IRM** = imágenes por resonancia magnética; **LDL** lipoproteína de alta densidad; **lpm** = latidos por minuto; **MMII** = miembros inferiores; **MMSS** = miembros superiores; **MLG** = masa libre de grasa; **NA** = dato no aportado por el autor; **PC** = peso corporal; **%MG** = porcentaje masa grasa; **PA** = presión arterial; **PAD** = presión arterial diastólica; **PAS** = presión arterial sistólica; **PTGO** = prueba de tolerancia a la glucosa oral; **rep** = repeticiones; **RM** = repetición máxima; **sem** = semana; **TAS** = tejido adiposo subcutáneo; **TAV** = tejido adiposo visceral; **TC** = tomografía computarizada; **VO<sub>2</sub> máx** = consumo máximo de oxígeno; **VO<sub>2</sub> pico** = consumo pico de oxígeno; **z-IMC** = puntuación z del IMC; ↓ = indica reducción; ↑ = indica aumento.

#### 1.7.4 Ejercicio de fuerza muscular (EFM).

El ejercicio de fuerza o resistencia muscular se caracteriza por solicitar una contracción voluntaria que es necesaria para vencer una fuerza o resistencia externa, la cual puede venir dada por la utilización de mancuernas, pesas o del propio peso corporal (Behringer, Vom Heede, Yue, & Mester, 2010). Habitualmente esta modalidad se ha llevado a cabo a través de un circuito que aglutina diferentes EFM que involucran a grandes grupos musculares, y que propagan los beneficios a una mayor masa de músculo esquelético que el EA.

Se ha constatado que esta modalidad, debidamente prescrita y supervisada, constituye una metodología segura y efectiva para el tratamiento de la obesidad infantil (Sothorn et al., 2000). En este sentido múltiples estudios evidencian que la realización de EFM en niños y adolescentes obesos o con sobrepeso, incrementa el compartimento magro (Tabla 1) y en consecuencia mejora la sensibilidad insulínica. Sin embargo, no todas las intervenciones basadas en esta modalidad reportan un impacto beneficioso sobre la CC (Benson, Torode, & Singh, 2006; Schranz, Tomkinson, & Olds, 2013). Así, Treuth et al. (1998) reportaron tanto en el GC como en el que siguió durante cinco meses un protocolo de EFM un aumento significativo de las masas magra y grasa. Aunque limitado por el tamaño de la muestra así como por la utilización de un GC formado por sujetos delgados, estos resultados indican que la grasa corporal total puede aumentar con independencia de la participación en un programa de EFM. Asimismo, estos autores concluyen que probablemente una mayor intensidad y volumen del protocolo de EFM administrado, hubieran sido necesarios para influir favorablemente sobre la CC.

Por su parte, Benson et al. (2008) tras administrar un programa de EFM de alta intensidad en niños obesos, observaron una reducción significativa de la grasa corporal (central y total) en comparación con el GC. Concluyendo que los cambios en la adiposidad central observados en el grupo que siguió el programa de EFM, se asociaron con un aumento de la FM que a su vez constituyó un factor predictivo para el cambio significativo en el perímetro de la cintura. De la misma manera, Shaibi et al. (2006) tras aplicar un programa de EFM durante dieciséis semanas, observaron una disminución de la masa grasa así como un aumento de la sensibilidad insulínica que sugiere cambios cualitativos en la musculatura esquelética. De forma análoga, diversos estudios también coinciden en señalar que el incremento de la FM concomitante con el aumento de la masa magra constituye un potente predictor en la

mejoría de la sensibilidad insulínica en niños y adolescentes ([Benson et al., 2006](#); [Shaibi et al., 2006](#)).

Por otra parte un reciente metaanálisis concluyó que los estudios no controlados basados en programas de EFM mostraron efectos mayores que los ECA, probablemente porque el impacto de esta modalidad estaba sobrevalorado al no controlarse los cambios originados por la maduración. Igualmente, este trabajo sugiere que pese a que los programas de EFM son una estrategia a tener en cuenta en la lucha contra la obesidad infantil, es necesaria su implementación mediante la modalidad aeróbica y el tratamiento dietético ([Schranz et al., 2013](#)).

#### 1.7.5 Ejercicio de fuerza muscular (EFM) combinado con dieta (D).

Schwingshandl, Sudi, Eibl, Wallner & Borkenstein (1999), evaluaron la eficacia de un programa de EFM combinado con D frente a la D como tratamiento exclusivo. Tras doce semanas de intervención, la masa magra se incrementó únicamente en aquellos adolescentes obesos que siguieron el protocolo de ejercicio. De igual forma, en un estudio posterior Yu et al. (2005) observaron que la intervención combinada (EFM plus D) frente a la basada únicamente en la D, supuso un aumento significativo en la masa magra y en el contenido mineral óseo después de seis semanas de intervención (Tabla 2).

Por otra parte, Suh et al. (2011) compararon la eficacia de la D, frente a la D combinada con EFM o con EA. Tras doce semanas de intervención, solo aquellos adolescentes con sobrepeso que siguieron uno de los dos programas basados en la realización de ejercicio físico (D plus EA y D plus EFM) mostraron mejoras significativas en las concentraciones y en la sensibilidad a la insulina respecto a los valores basales. Asimismo, el grupo al que se le administró un programa de EA combinado con D experimentó una disminución en el IMC secundaria a una reducción significativa de la masa magra, en comparación con el resto de grupos (D y D plus EFM), produciéndose una disminución del compartimento magro con el consiguiente impacto sobre la tasa metabólica basal, y, sobre el control del PC a largo plazo. Este hallazgo implica que aunque en el grupo D plus EFM no se redujo el peso, el entrenamiento de fuerza supone una estrategia eficaz para contrarrestar la disminución de la tasa metabólica en reposo y la pérdida de masa muscular que acompaña a menudo a las restricciones dietéticas.

En síntesis, las investigaciones que estudian la influencia que sobre la CC ejerce el tratamiento dietético combinado con la práctica regular de EFM son escasas, y además, desafortunadamente su diseño impide examinar el impacto independiente del EFM (Tabla 2). Aún así, sus hallazgos indican que la adición de EFM al tratamiento dietético permite ralentizar e incluso evitar la pérdida de masa magra durante el proceso de pérdida de peso en niños y adolescentes con obesidad o sobrepeso. Preservándose de este modo algunos de los beneficios asociados a la masa muscular, como por ejemplo el control glucémico, puesto que el músculo esquelético representa la mayor masa de tejido corporal sensible a la insulina.

#### 1.7.6 Ejercicio aeróbico (EA) combinado con ejercicio de fuerza muscular (EFM).

Las intervenciones que aúnan los beneficios que sobre la CC promueve la práctica regular y combinada del EA y del EFM han proliferado en esta última década. Usualmente estas dos modalidades (EA y EFM) se desarrollan de forma integrada a través de un circuito de ejercicios que inciden principalmente sobre grandes grupos musculares.

Diversas investigaciones han evaluado la influencia de esta modalidad mixta de ejercicio sobre el IMC (Tabla 1). Así, Watts et al. (2004) después de ocho semanas de intervención no hallaron cambios en el PC y en el IMC, pese a reducirse de forma significativa la masa grasa (región abdominal y del tronco). Empleando este formato combinado de ejercicios, Hagstromer et al. (2009) tampoco hallaron cambios significativos en el PC, en el IMC y en la puntuación z del IMC, en comparación con el GC. Esta ausencia de cambios, probablemente fue debida al bajo cumplimiento o al insuficiente volumen del protocolo de ejercicio administrado, así por ejemplo la intervención llevada a cabo por Hagstromer et al. (2009) contó únicamente con trece sesiones. En consonancia con los hallazgos anteriores, Wong et al. (2008) observaron en el grupo intervención una reducción no significativa del PC probablemente secundaria a una tenue disminución de la masa grasa. Sin embargo, sí observaron una mejora significativa de la masa magra y del IMC en aquellos sujetos que durante doce semanas siguieron un protocolo mixto de ejercicio (EA plus EFM). No obstante, algunos de estos resultados deben juzgarse con mucha cautela, dado que la calidad metodológica de estos estudios ha sido valorada negativamente en una reciente revisión ([Laframboise & Degraauw, 2011](#)).

Mostrando una tendencia totalmente opuesta, diversas intervenciones (Davis et al., 2011; Park et al., 2012; Tan et al., 2010; Watts, Beye, Siafarikas, Davis et al., 2004) han constatado que la modalidad mixta de ejercicio físico (EA plus EFM) tiene un impacto significativo y positivo sobre la CC, materializado en un incremento de la masa magra (Wong et al., 2008) y en una disminución de la masa grasa. En esta misma línea de resultados, varios estudios hallaron una reducción significativa del PC y de la puntuación z del IMC (de Mello et al., 2011; Farpour-Lambert et al., 2009; Kim et al., 2008). Por su parte, Kim et al. (2008) tras una intervención que se prolongó durante tres meses, además de observar mejoras en la CC (disminución en la grasa total y abdominal y en el tejido adiposo visceral (TAV)), reportaron un impacto significativo y positivo sobre el perfil metabólico (HOMA-IR). Igualmente, Davis et al. (2011) tras administrar en adolescentes con sobrepeso u obesidad un protocolo de ejercicio desarrollado en formato circuito (EA plus EFM), encontraron una reducción significativa del perímetro de la cintura y del TAV respecto al GC.

Por otro lado, diversas revisiones sistemáticas y metaanálisis destacan que tanto la duración de las sesiones como del programa se asociaron significativamente con cambios en la CC, concretamente aquellas sesiones y programas más duraderos fueron los mejores predictores de cambios positivos en la CC (LeMura & Maziekas, 2002; Maziekas, LeMura, Stoddard, Kaercher, & Martucci, 2003). Asimismo, estos dos metaanálisis también destacan que las intervenciones basadas en el EA combinado con EFM provocan mayores mejoras en la CC, que aquellas basadas exclusivamente en una de las dos modalidades (LeMura & Maziekas, 2002; Maziekas et al., 2003).

#### 1.7.7 Ejercicio mixto (EA plus EFM) combinado con dieta (D).

Numerosos estudios llevados a cabo en niños obesos o con sobrepeso han comparado la eficacia de la modificación dietética frente a la D combinada con protocolos de ejercicio mixto (EA plus EFM) (Sung et al., 2002; Woo, Chook, Yu, Sung, Qiao, Leung, Lam, Metreweli, & Celermajer, 2004a; Yu et al., 2008). Así Yu et al. (2008), observaron en ambos grupos (D plus EFM plus EA vs D (GC)) una disminución del IMC y un incremento de la masa magra, que fueron significativamente mayores en aquellos sujetos que llevaron a cabo un protocolo de ejercicio mixto combinado con D. Igualmente, Sung et al. (2002) empleando un diseño muy similar, observaron en el grupo que realizó ejercicio durante seis semanas un aumento significativo de la masa magra con respecto al GC. Por su parte, diversos estudios reportaron una disminución significativa del porcentaje de masa grasa solamente en aquellos sujetos que

realizaron el programa de ejercicio físico mixto durante un año. Sin embargo en ninguno de estos estudios ([Sung et al., 2002](#); [Woo, Chook, Yu, Sung, Qiao, Leung, Lam, Metreweli, & Celermajer, 2004a](#)) y pese a la disminución de la masa grasa, se apreciaron cambios en el IMC posiblemente secundarios a un aumento de la masa corporal magra. Por tanto, parece necesaria una evaluación global, que con independencia del IMC, permita esclarecer si se ha producido una remodelación saludable de la CC.

Davis et al. (2009) obtuvieron resultados positivos sobre la CC y el IMC tras administrar un protocolo de ejercicio en formato circuito, concluyendo que la combinación de EA con EFM es más efectiva para reducir la masa grasa en niñas con sobrepeso que la D sola o la adición de la D a EFM. Igualmente y coincidiendo con otros autores, destacan el impacto superior de esta modalidad frente a otras intervenciones en la mejora del perfil metabólico (concentraciones de glucosa en ayunas y de insulina) y de los biomarcadores inflamatorios, dada su eficacia para reducir la grasa total, visceral y subcutánea ([Damaso et al., 2014](#); [Davis et al., 2009](#); [Ho et al., 2013](#)) en niños y adolescentes obesos o con sobrepeso (Tabla 2).

Ratificando esta tendencia, Lisón et al. (2012) después de seis meses de intervención, reportaron respecto al GC una reducción significativa del IMC y de la puntuación z del IMC así como del porcentaje de masa grasa, tras comparar en distintos contextos (domiciliario versus hospitalario) la eficacia de esta modalidad mixta de ejercicio. Por su parte Sigal et al. (2014), además de corroborar estos resultados insisten al igual que otros muchos investigadores ([Damaso et al., 2014](#); [Shaibi et al., 2006](#); [Watts et al., 2005](#)), en que el grado de cumplimiento por parte de los participantes, determinará la magnitud del impacto de un protocolo de ejercicio mixto sobre la CC y otros indicadores de la salud, como la CCR.

En síntesis, los resultados de los estudios incluidos en este apartado (Tabla 2), sugieren que el EA asociado al EFM y a terapias nutricionales, frente al resto de intervenciones, se muestra como la estrategia que provoca un mayor impacto sobre la CC, al incrementar por una lado la masa magra y al reducir por otro la masa grasa (porcentaje de masa grasa, TAS y TAV). Además un protocolo de ejercicio combinado puede reducir la obesidad intraabdominal, disminuyendo así los riesgos cardiovasculares y procesos inflamatorios relacionados con la obesidad ([Damaso et al., 2014](#); [Davis et al., 2009](#)).

## 1.8 INFLUENCIA DE LA DIETA Y DEL EJERCICIO FÍSICO SOBRE LA CONDICIÓN FÍSICA.

### 1.8.1 Ejercicio aeróbico (EA) combinado o no con dieta (D).

En la literatura científica encontramos numerosos trabajos que investigan la influencia de la AF y/o del ejercicio físico sobre la CC y la CF en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad (Tablas 1 y 2). Tradicionalmente, la mayoría de las intervenciones ha empleado programas basados en el EA, y en menor proporción encontramos intervenciones basadas en el EFM. Recientemente ha emergido con fuerza toda una serie de investigaciones fundamentadas en una modalidad que combina los efectos beneficiosos del EA con los del EFM.

Múltiples estudios apoyan que la realización de un programa basado en el EA puede mejorar la CCR en niños y adolescentes obesos (Farrell et al., 2002; Lee et al., 2010; Ortega et al., 2008), sin embargo no siempre se han observado incrementos de carácter significativo en el  $VO_2$  máx (Becque et al., 1988; Rocchini et al., 1988), tras una intervención basada en dicha modalidad. Ello podría deberse a la dificultad que, para niños y adolescentes, entraña alcanzar un esfuerzo máximo durante la realización de las pruebas de laboratorio (Watts et al., 2005). Además y dado que no siempre se produce el *plateau* o meseta en el consumo de oxígeno, parece más conveniente utilizar el  $VO_2$  pico como indicador de la CCR (Armstrong, 1997; Armstrong, Welsman, & Winsley, 1996; Rivera-Brown, Rivera, & Frontera, 1995).

Por otra parte, dentro de la literatura científica no abundan los ECA que hayan evaluado objetivamente el impacto del EA sobre la CCR mediante un analizador de gases metabólico, posiblemente por motivos prácticos y/o económicos. Aún así, se han llevado a cabo diversas intervenciones, basadas tanto en el EA como en su combinación con un tratamiento dietético, en las que se han observado mejoras significativas en el  $VO_2$  pico (Kelly et al., 2004; Prado et al., 2009; Ribeiro et al., 2005).

Por otra parte, varios estudios (Kim et al., 2008; Lee et al., 2012; Suh et al., 2011) han evaluado la influencia que sobre la CCR ejerce la modalidad aeróbica frente a la de fuerza muscular. Sus resultados muestran cambios significativos en el  $VO_2$  pico, similares en ambos grupos de ejercicio. Por lo que la realización con regularidad de cualquiera de las dos modalidades potencialmente puede incrementar la CCR (Tablas 1 y 2).

Por otro lado, ante los inconvenientes que plantea la evaluación del  $VO_2$  máx en la población pediátrica (Eisenmann, 2007; Watts et al., 2005) muchos estudios han

evaluado otro de los factores determinantes de la CCR, la frecuencia cardiaca (FC). Este indicador es susceptible de experimentar mejoras significativas a raíz de una intervención basada en el EA, independientemente de que se acompañe o no de un tratamiento dietético (Epstein, Wing, Penner, & Kress, 1985; Epstein, Wing, Koeske, & Valoski, 1985a; Rocchini et al., 1988). Así, Gutin et al. (1995) después de administrar un programa de EA realizado al 70% de la FC máx, observaron una reducción de la FC (de 135 a 128 lpm) durante la realización de un esfuerzo. Otros trabajos también han obtenido resultados similares, evidenciando así una influencia positiva de la modalidad aeróbica sobre la FC durante la realización de un esfuerzo (Gutin et al., 1997; Humphries et al., 2002; Owens et al., 1999). En esta misma línea, Rocchini et al. (1988), además de observar cambios positivos en la FC submáx (de 147 a 128 lpm), concluyeron que la realización regular de un programa de EA puede mejorar la FC en reposo (de 88 a 72 lpm) (Watts et al., 2005). De igual modo, Hayashi et al. (1987) observaron una disminución de la FC en reposo (de 76 a 64 lpm) en aquellos niños obesos que siguieron un programa de EA durante un año. Por tanto, parece que un programa de EA, asociado o no a un tratamiento dietético, tiene un impacto significativo sobre la FC submáx y en reposo (Tablas 1 y 2).

Sin embargo, no todas las intervenciones contenidas en este apartado, han tenido una influencia favorable sobre la CCR, concretamente Gutin et al. (1999) tras la realización de un programa de EA de cuatro meses de duración, no reportaron cambio alguno en cuanto a la FC submáx. Probablemente, y como sugieren estos autores, porque la intensidad del programa de ejercicio no era suficiente como para inducir efectos favorables sobre la CCR (Gutin, Barbeau, Owens, Lemmon, Bauman, Allison, Kang, & Litaker, 2002b).

Por otro lado, la práctica regular de EA en niños y adolescentes obesos puede mejorar otro de los factores determinantes de la CCR, la PA. En este sentido Rocchini et al. (1988) observaron una disminución significativa de la presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD) en reposo, que fue mayor en el grupo que realizó EA. De igual modo, Becque et al. (1988) reportaron una disminución de la PAS y de la PAD en reposo únicamente en aquellos adolescentes obesos que siguieron durante veinte semanas un protocolo de EA combinado con D. Estos hallazgos parecen indicar que el tratamiento dietético por sí solo tiene un menor impacto sobre la PA que la adición de EA a la D (Watts et al., 2005) (Tablas 1 y 2).

En cuanto a las intervenciones basadas exclusivamente en el EA, Gutin et al. (1997) demostraron que esta modalidad puede mejorar la función autónoma cardiaca.



No obstante, diversos estudios han constatado una tendencia opuesta, no observando cambio alguno en la PAS, PAD o en la media de las presiones arteriales ([Watts, Beye, Siafarikas, O'Driscoll et al., 2004](#)). Igualmente Humphries et al. (2002) constataron que un programa basado en el EA supusiera impacto alguno sobre la función ventricular o las variables hemodinámicas, pese a las mejoras observadas en la FC en reposo. No obstante, en ninguno de los casos anteriores se especifica si los sujetos que integraban la muestra eran o no normotensos, ni tampoco se aportaron datos relativos al cumplimiento.

La mayoría de los estudios discutidos en esta sección (Tablas 1 y 2) no examinaron el efecto independiente de la modalidad aeróbica. Aún así sus resultados sugieren que el EA combinado o no con la modificación de la D, incrementa la CCR, dado que puede influir favorablemente sobre el consumo de oxígeno, la FC y la presión arterial en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

#### 1.8.2 Ejercicio de fuerza muscular (EFM) combinado o no con dieta (D).

La actual evidencia científica indica que el EFM, además de ser una modalidad segura para niños y adolescentes obesos o con sobrepeso, les ofrece la oportunidad de superar a sus pares más delgados. Debido a que esta población puede tener una mayor masa magra, y en consecuencia puede ser más fuerte en términos absolutos ([Alberga, Sigal, & Kenny, 2011](#); [Schranz et al., 2013](#)).

Por otro lado, se ha constatado que los EFM pueden mejorar la CCR así como también otros componentes de la CFS, como la fuerza y la resistencia muscular local, que pueden contribuir a una mejor coordinación inter e intramuscular ([Ramsay et al., 1990](#)). Así, Benson et al. (2008) demostraron que un programa EFM realizado a alta intensidad incrementa de forma significativa la FM de MMII y MMSS, en comparación con el GC. En consonancia con estos resultados, diferentes estudios ([Treuth, Hunter, Figueroa-Colon et al., 1998](#); [Treuth, Hunter, Pichon et al., 1998](#)), tras evaluar mediante una repetición máxima (RM) el impacto independiente de un programa basado en EFM, observaron en el grupo intervención un aumento significativo en la fuerza del tren inferior y de la musculatura extensora de la rodilla (Tablas 1 y 2). Sin embargo, no reportaron efecto alguno sobre la CCR, ya que la FC submáx y el VO<sub>2</sub> pico no experimentaron ningún cambio tras cinco meses de EFM ([Treuth, Hunter, Pichon et al., 1998](#)). Por el contrario Kim (2010) en un ECA, tras evaluar el impacto independiente del EA frente al EFM, reportó mejoras sobre la CCR en ambas

intervenciones. No obstante, alcanzaron una mayor magnitud en el grupo que siguió un protocolo basado en el EA. En este mismo trabajo, en aquellos participantes que realizaron un programa de EFM se observaron mejoras en la FM de MMSS y MMII respecto al GC y al basado en EA. Concluyendo que la realización de forma regular de ejercicio sin restricción de calorías, independientemente de la modalidad, además de asociarse con una reducción significativa de la adiposidad total y abdominal, mejora la CCR y la FM en adolescentes con sobrepeso.

Algunos de los estudios discutidos en este apartado (Tablas 1 y 2) no incluyeron un GC inactivo de niños obesos, y ello limita las conclusiones sobre el impacto del EFM (combinado o no con la D) en relación a la FM (Watts et al., 2005). No obstante, parece que tanto en niños como en adolescentes obesos los programas de EFM pueden incrementar la FM con independencia del sexo, lo que a su vez facilitaría por un lado un mayor rendimiento a la hora de realizar ejercicio físico, y por otro, un aumento del gasto energético (Sung et al., 2002).

### 1.8.3 Ejercicio mixto (EA plus EFM) combinada o no con dieta (D).

Un protocolo de ejercicio mixto (EA plus EFM) efectuado con regularidad, independientemente de su combinación con un tratamiento dietético, puede tener efectos acumulativos a través de un mayor volumen de ejercicio, o a través de las combinaciones de los efectos del EA (mejora en el metabolismo oxidativo, cambios cualitativos en el tipo de fibra muscular esquelética, capacidad metabólica y CCR) y del EFM (cambios cuantitativos en masa esquelética muscular o diámetro de la fibra y aumento de la FM) (Kraus & Levine, 2007; McArdle et al., 2010; Sigal et al., 2014).

En este sentido, varios estudios (Tablas 1 y 2) han reportado mejorías significativas en la CF. Así Watts et al. (2004) tras administrar durante ocho semanas un protocolo de ejercicio físico mixto en adolescentes obesos (EA plus EFM) observaron un incremento de la FM y una reducción de la FC durante un esfuerzo submáximo (Watts, Beye, Siafarikas, Davis et al., 2004). Asimismo, Watts et al. (2005) concluyen en su revisión que los programas basados en EFM, como única intervención, no parecen mejorar la CCR, dado que dicha modalidad se asocia con una hipertrofia cardiaca concéntrica y con pequeños cambios en la extracción periférica del oxígeno. Sin embargo, estos mismos autores concluyen que una combinación de actividades aeróbicas y de fuerza o resistencia muscular llevada a cabo en circuito, es idónea para incrementar la CF. En esta misma línea, García-Artero

et al. (2007) sugieren que la mejora de la CCR y de la FM puede tener un efecto sinérgico en la mejoría de la salud cardiovascular de niños y adolescentes.

Coincidiendo con los trabajos anteriores, Yu et al. (2008) reportaron que la combinación de D plus EFM plus EA durante seis semanas, supuso un impacto significativamente mayor sobre la CCR y la FM respecto al GC. Posteriormente, en el ECA llevado a cabo por Farpour-Lambert et al. (2009), en el que se evaluó la eficacia de un programa de ejercicio físico combinado (EA plus EFM), además de reducirse la grasa abdominal, se observó un impacto positivo y significativo sobre la PA, la rigidez arterial y la CCR ( $VO_2$  máx) en niños obesos tras tres meses de intervención. Coincidiendo con estos resultados, Wong et al. (2008) tras administrar el mismo formato mixto de ejercicios (EA plus EFM) observaron una mejoría significativa de la CCR, al disminuir la FC en reposo y las PAS en el grupo intervención, en comparación con el GC (Tablas 1 y 2).

Por su parte, recientemente Davis et al. (2011) investigaron en adolescentes obesas la influencia de un programa de ejercicio desarrollado en formato circuito (EA plus EFM) combinado con D. Comparado con el GC, el grupo intervención experimentó aumentos significativos en la CCR ( $VO_2$  máx) y en la FM de los MMII (RM de prensa de piernas). Posteriormente, estos mismos autores destacan que la magnitud de los resultados está en función de la especificidad del programa de ejercicio (Davis et al., 2009). Pues a pesar de que se observó una tendencia al aumento de FM en la intervención combinada (D plus EA plus EFM), el grupo basado exclusivamente en EFM obtuvo mejores resultados sobre la FM de MMSS y MMII.

En síntesis, parece que una combinación de actividades aeróbicas y de FM en formato circuito, puede representar una estrategia de intervención eficaz para incrementar los niveles de CF, mejorando así la salud cardiovascular en niños obesos o con sobrepeso (García-Artero et al., 2007; Park et al., 2012; Watts et al., 2005) siempre y cuando el grado de cumplimiento sea alto (Damaso et al., 2014; Park et al., 2012; Sigal et al., 2014).

Tabla 2. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico combinado con dieta sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Becque et al., 1988)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Coronary+risk+incidence+of+obese+adolescents%3A+reduction+by+exercise+plus+diet+intervention.+Pediatrics">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Coronary+risk+incidence+of+obese+adolescents%3A+reduction+by+exercise+plus+diet+intervention.+Pediatrics</a>	36 ♀♂ obesos 12-13 años	ECA  1. D (n=11) 2. EA + D (n=11) 3. GC (n=14)	EA 20 sem: 3/sem 15-40 min/sesión, 60-80% de la FC máx	Peso hidrostático  VO <sub>2</sub> máx  PA  Lípidos	Sin cambios significativos en PC y CC en D + EA  Sin cambios en VO <sub>2</sub> máx  ↓PAS y ↓PAD en reposo significativamente mayor en D + EA  Mejora el perfil de los factores de riesgo cardiovascular: ↑significativo de HDL
<b>(Damaso et al., 2014)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24730354">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24730354</a>	139 ♀♂ obesos 15-19 años	ENC  1. EA + Terapia psicológica + D (n=55) 2. EA + EFM + Terapia psicológica (n=61)	1. EA un año: 3/sem, 60 min/sesión, FC al umbral ventilatorio (50-70% VO <sub>2</sub> )  2. EA + EFM un año: 3/sem, 60 min/sesión: 30 min EA + 30 min EFM EA: FC al umbral ventilatorio (± 4 lpm), según prueba inicial de VO <sub>2</sub> EFM 0-2ª sem 3 series x 15-20 rep, posteriormente 3 series x 6-20 rep, según %1RM	PC, altura, IMC y CC (pletismografía), grasa intra-abdominal, TAV y TAS (ecografía)  Glucemia, resistencia a la insulina (HOMA-IR), perfil lipídico, leptina y adiponectina.	EA + EFM mayores mejoras en: ↑MLG, ↓masa grasa, ↓TAS y ↓TAV  ↓LDL, ↓hiperleptinemia y ↑adiponectina, promoviendo mejora en la proporción de leptina / adiponectina

Tabla 2. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico combinado con dieta sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Davis et al., 2009)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2836768/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2836768/</a>	41♀ con sobrepeso, 14-18 años	ECA  1. D (n=10) + EVA 2. EFM + D + EVA (n=9) 3. EA + EFM + D + EVA (n=15) 4. GC (n=7)	EFM progresivo 16 sem: 2/sem, < 60 min/sesión Día 1: ejercicios globales MMII + analíticos MMSS Día 2: ejercicios globales MMSS + analíticos MMII  EA + EFM progresivo 16 sem: 2/sem, 60 min/sesión: 30 min EA + 30 min EFM EA cinta de correr y elíptica EFM de MMSS y MMII, cada uno de 1 min sin descansos, seguidos de 2 min de EA	PC, IMC, z-IMC, MLG, y masa grasa total (DXA)  RM  PTGO	Efectos significativos para PC, IMC, z-IMC, MLG, y masa grasa total: ↓3% en EFM + EA + D vs ↑3% en D + EFM  FM efecto significativo entre grupos para: - press banca, pero en D + EFM aumentó más que D o D + EA + EFM (36.7% ± 28.1% vs .4% ± 14.7% y 2.5% ± 23.9%) - prensa de piernas, pero en D + EFM aumentó más vs GC (28.9% ± 25.2% vs -2.2% ± 1.6%; p = .04), y tendencia al aumento para D + EA + EFM (24% ± 23.8%) respecto GC  Glucosa en ayunas, ↑3% en D y ↓4% en D + EA + EFM
<b>(de Mello et al., 2011)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21545395">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21545395</a>	30♂ obesos, 15-19 años	ENC  1. EA + EFM + D + Terapia conductual (n=15)  2. EA (n=15)	Entto en circuito (EA+ EFM) un año: 3/sem, 60 min/sesión: 30 min EA + 30 min EFM EA, FC al umbral ventilatorio (±4 lpm), carrera sobre tapiz rodante EFM, 3 series x 6–20 rep; principales grupos musculares  EA un año: 3/sem, 60 min/sesión 50–70% del VO <sub>2</sub> máx, carrera sobre tapiz rodante y bicicleta	PC, altura, perímetro de la cintura, IMC, %MG, %MLG. TAV (ultrasonido) y CC (pletismografía)  VO <sub>2</sub> (cicloergómetro y cinta de correr)  Glucemia, lípidos, adiponectina y resistencia a la insulina (HOMA-IR)	En ambos grupos ↓significativa de PC, IMC, masa grasa y TAV. Pero grupo EA + EFM + D experimentó cambios significativamente mayores en: PC, IMC, masa grasa (% y kg), MLG (kg), perímetro de la cintura  VO <sub>2</sub> máx, no diferencias significativas entre EFM + EA y EA. VO <sub>2</sub> máx mejora solamente en EA  EA ↓significativa colesterol total, LDL, glucosa, insulina, HOMA-IR  EFM + EA ↓triglicéridos y ↑ adiponectinemia

Tabla 2. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico combinado con dieta sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Eliakim et al., 2002)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12172831">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12172831</a>	177♂ obesos, 6-16 años	ECNA  1. EA + D + EVA (n=152) 2. GC (n=25)	EA 3-6 meses: 2/sem, 60 min/sesión 1ª fase: 3 meses 2ª fase: 6 meses. Solo 65 sujetos completaron esta fase	PC, CC (tanita BF 300), IMC  Tiempo total sobre tapiz rodante	A los 3 meses, cambios significativos en: ↓PC ↓IMC ↑Tiempo total sobre tapiz rodante  A los 6 meses, se mantiene ↓IMC y aumenta más el tiempo de resistencia sobre tapiz rodante
<b>(Elloumi et al., 2009)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Efect+of+individualized+weight+loss+programmes+on+adiponectin%2C+leptin+and+resistin+levels+in+obese+adolescent+boys">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Efect+of+individualized+weight+loss+programmes+on+adiponectin%2C+leptin+and+resistin+levels+in+obese+adolescent+boys</a>	21♂ obesos, 13-14 años	ENC  1. D (n=7) 2. EA (n=7) 3. EA + D (n=7)	EA 2 meses: 4/sem, 90 min/sesión Correr, saltar, juegos de pelota	IMC, z-IMC, pliegue cutáneo, perímetro cintura	Comparativamente en grupo D + EA ↓significativa en: IMC, z-IMC y pliegue cutáneo
<b>(Epstein et al., 1984)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Efects+of+diet+plus+exercise+on+weight+change+in+parents+and+children.+J+Consult+Clin+Psychol">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Efects+of+diet+plus+exercise+on+weight+change+in+parents+and+children.+J+Consult+Clin+Psychol</a>	53♂ obesos y sus padres, 8-12 años	ECA  1. D (n=18) 2. EA + D (n=18) 3. GC (n=17)	EA 6 meses: ↑EVA	IMC, perímetros, pliegues cutáneos	↓significativa PC en grupos intervención respecto al GC

Tabla 2. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico combinado con dieta sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Epstein et al., 1995)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7789345">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7789345</a>	55 ♀♂ obesos y sus padres, 8-12 años	ENC 1. EA + D (n=NA) 2. D + ↓comportamiento sedentario (n=NA) 3. D + ↓comportamiento sedentario + ↑comportamiento activo (n=NA)	EA 4 meses: 1. Refuerzo para ↑AF 2. Refuerzo para ↓com sed 3. Combinado: ↓com sed + ↑AF	Altura, PC, %MG, (BIA), perímetros	A los 4 meses, diferencia significativa del % de sobrepeso entre grupos 2 y 3 vs grupo D + EA  Al año, diferencia significativa del % de sobrepeso y del %MG entre grupos 2 y 3 vs grupo D + EA
<b>(Epstein et al., 1985)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Epstein+LH+et+al.+Effect+of+diet+and+controlled+exercise+on+weight+loss+in+obese+children.+J+Pediatrics">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Epstein+LH+et+al.+Effect+of+diet+and+controlled+exercise+on+weight+loss+in+obese+children.+J+Pediatrics</a>	23 ♀ obesas, 8-12 años	ENC 1. D (n=NA) 2. D + EA (n=NA)	EA 6 meses: 0-6ª sem: 3/sem 4.8 km andando Mantenimiento: 3/sem 4.8 km andando	PC FC submáx	A los 6 meses ↓PC A los 12 meses ↓PC respecto a valores basales en D + EA, grupo D sin diferencias
<b>(Epstein, Wing, Koeske, &amp; Valoski, 1985a)</b> <a href="http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0005789485800022">http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0005789485800022</a>	21 ♀ obesas y 14 ♂ obesos, 8-12 años	ENC 1. D + EA (n=13) 2. D + EVA (n=12) 3. D + Calistenia (n=10)	EA 6 meses: 3/sem; 60-75% FC máx EVA Calistenia: 6/sem	PC FC submáx	Al año, ↓significativa % sobrepeso en todos los grupos Al 2º año, grupo EVA mantiene PC, en D + EA y D + calistenia ↑PC

Tabla 2. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico combinado con dieta sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Gutin et al., 1995)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Gutin+B+et+al.+Physical+training+improves+body+composition+of+black+obese+7-+to+11-year-old+girls">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Gutin+B+et+al.+Physical+training+improves+body+composition+of+black+obese+7-+to+11-year-old+girls</a>	22 ♀ obesas, 7-11 años	ENC  1. EA (n=10) 2. EVA (n=12)	EA 10 sem: 5/sem 30 min/sesión, al 70% FC máx	DEXA, IMC, pliegues cutáneos, perímetros  VO <sub>2</sub> pico, FC submáx y en reposo	↓IMC, ↓%MG, ↑MLG y ↓suma 7 pliegues cutáneos en grupo EA ↑MLG en grupo EVA  ↓FC submáx (de 135 a 128 lpm) en EA
<b>(Hills &amp; Parker, 1988)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Hills+AP%2C+Parker+AW.+Obesity+management+via+diet+and+exercise+intervention.+Child+Care+Health+Dev+1988">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Hills+AP%2C+Parker+AW.+Obesity+management+via+diet+and+exercise+intervention.+Child+Care+Health+Dev+1988</a>	20 ♂ obesos 15 ♂ delgados prepuberal	ENC  1. D (n=10) 2. D + EA (n=10)	EA 16 sem: 1/sem 20 min/sesión, gimnasia y danza + 3-4/sem 20 min/sesión de EA domiciliario	PC, perímetros y pliegues	↓suma 4 pliegues cutáneos en D + EA
<b>(Kelishadi, Hashemipour, Mohammadifard, Alikhassy, &amp; Adeli, 2008)</b> <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2265.2008.03220.x/full">http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2265.2008.03220.x/full</a>	100 ♀ ♂ obesos, 7-9 años	ENC  1. D (n=50) 2. EA (n=50)	EA 6 meses: 5/sem 40 min/sesión	IMC, z-IMC, pliegues cutáneos, perímetro cintura  Ghrelina, insulina, leptina, glucemia en ayunas, perfil lipídico	A los 6 meses comparativamente en grupo EA ↓perímetro cintura  Al año, ↓IMC y ↓pliegue cutáneo



Tabla 2. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico combinado con dieta sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Lee et al., 2012)</b> <a href="http://diabetes.diabetesjournals.org/content/61/11/2787.long">http://diabetes.diabetesjournals.org/content/61/11/2787.long</a>	45 ♂ obesos, 12–18 años	ECA  1. EA + D (n=16) 2. EFM + D (n=16) 3. GC (D) (n=13)	EA 3 meses: 3/sem 60 min/sesión, desde 40 min al ~50% del VO <sub>2</sub> pico, hasta 60 min al 60-75% del VO <sub>2</sub> pico  Cinta de correr, elíptica o bicicleta estática 5 min calentamiento y vuelta a la calma  EFM 3 meses: 3/sem 60 min/sesión, 0-4ª sem: 1-2 series x 8-12 rep al 60% de 1RM; 10 ejercicios analíticos y globales de MMSS y MMII 4ª-12ª sem, 2 series x 8-12 rep, 1-2 min de descanso entre ejercicios MMSS jalones al pecho, remo sentado, curl de bíceps y extensión de tríceps MMII prensa de piernas, extensión de piernas, flexión de piernas y press banca	PC y perímetro cintura, MLG (DEXA), tejido adiposo total, TAS y TAV (IRM)  VO <sub>2</sub> pico (prueba de esfuerzo)  RM prensa de pecho, prensa de piernas  Función β-celular, sensibilidad insulínica, PTGO, glucemia, concentración insulina, lípidos intrahepáticos e intramiocelulares	En EA y EFM, respecto a GC previno ↑ significativo de PC observado en GC, ↓ significativa en perímetro cintura, en %MG (total abdominal, visceral) y lípidos intrahepáticos  Respecto al GC ↑ VO <sub>2</sub> pico significativo, magnitudes similares en ambos grupos de ejercicio (EA y EFM) y ↑ FM significativamente solo en EFM  Respecto al GC, solo en EFM ↑ significativo sensibilidad insulínica (27%), ↑ significativo de MLG (1.4 ± .3 kg; p = .01)
<b>(Lisón et al., 2012)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Exercise+intervention+in+childhood+obesity%3A+a+randomized+controlled+trial+comparing+hospital+versus+home-based+groups.+Acad">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Exercise+intervention+in+childhood+obesity%3A+a+randomized+controlled+trial+comparing+hospital+versus+home-based+groups.+Acad</a>	110 ♀♂ obesos / sobrepeso, 6–16 años	ECA  1. EFM + EA + D (hospital) (n=45) 2. EFM + EA + D (domicilio) (n=41) 3. GC (n=24)	Entto en circuito (EFM + EA) 6 meses: 3/sem mínimo, 60 min/sesión, 5 min calentamiento y vuelta a la calma + 35 min EA + 20 min EFM  EFM a Baja Carga y Alta Repetición; 2 series x 15–30 rep de 10 ejercicios realizados con PC y pesos: abdominales, extensiones de cadera, skipping, flexiones en pared, sentadilla, curl de bíceps, talones a nalgas, abducciones horizontales de hombros, saltos verticales y extensiones de hombros. EA caminar a paso ligero (1º-3º mes) y saltos en tijera (4º-6º mes)	PC, altura, IMC, z-IMC, perímetro de la cintura, %MG y %MLG (tanita)	↓ significativa %MG y z-IMC en ambos grupos de intervención (4% grupo hospitalario; 4.4% grupo domiciliario)  ↓ significativa del perímetro de la cintura en grupo domiciliario (4.4 cm)

Tabla 2. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico combinado con dieta sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Nemet et al., 2005)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Short+and+long+term+beneficial+effects+of+a+combined">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Short+and+long+term+beneficial+effects+of+a+combined</a>	46♂ obesos, 6–16 años	ECA  1. EA + D + EVA (n=24) 2 GC (n=22)	EA (principalmente) 3 meses: 2/sem, 60 min/sesión 50% deportes de equipo y 50% juegos, prestando atención a la coordinación y flexibilidad Se añade 1/sem 30-45 min/sesión caminata u otra actividad en carga	Altura, PC, IMC, %MG, pliegues cutáneos  Tiempo total sobre tapiz rodante (prueba de esfuerzo)  Perfil lipídico	A los 3 meses: ↓PC, ↓IMC, ↓%MG  ↑Tiempo de resistencia o total sobre tapiz rodante  ↓colesterol total y LDL  Al año diferencias significativas en PC, IMC, %MG
<b>(Prado et al., 2009)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Weight+Loss+Associated+with+Exercise+Training+Restores+Ventilatory+Efficiency+in+Obese+Children">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Weight+Loss+Associated+with+Exercise+Training+Restores+Ventilatory+Efficiency+in+Obese+Children</a>	38♀♂ obesos 8-12 años	ENC  1. D (n=17) 2. D + EA (n=21)	EA 16 sem: 3/sem 60 min/sesión 30 min EA + 30 min de ejercicio recreativo	IMC, z-IMC, %MG (BIA)  VO <sub>2</sub> pico (prueba de esfuerzo - calorimetría)	Comparativamente, en grupo D + E ↓significativa IMC, z-IMC, %MG  Solo en D + EA: ↑significativo del VO <sub>2</sub> pico (p = .01) y eficiencia ventilatoria (p = .01)
<b>(Reybrouck et al., 1990)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Reybrouck+T%2C+Vinckx+J%2C+Van+Den+Berghe+G%2C+et+al.+Exercise+therapy+and+hypocaloric+diet+in+the+treatment+of+obese+children+and+adolescents">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Reybrouck+T%2C+Vinckx+J%2C+Van+Den+Berghe+G%2C+et+al.+Exercise+therapy+and+hypocaloric+diet+in+the+treatment+of+obese+children+and+adolescents</a>	15♀ y 10♂ obesos, 4-16 años	ENC  1. D (n=11) 2. D + EA (n=14)	EA 4 meses: 15-40 min/diariamente	% sobrepeso	↓25.5% sobrepeso en D + EA ↓15.8% sobrepeso en D

Tabla 2. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico combinado con dieta sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Ribeiro et al., 2005)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15837944">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15837944</a>	39♂ obesos, y 10♀ delgados (GC), 8-12 años	ECA 1. D + EA (n=21) 2. D (n=18) 3. GC (n=10)	EA 4 meses: 3/sem, 60 min/sesión FC al umbral anaeróbico hasta un 10% por debajo del punto de compensación respiratoria 30 min caminar y/o correr + 30 min de ejercicio recreativo	PC, altura, IMC y z-IMC VO <sub>2</sub> pico FSA, PA y FC Resistencia a insulina LDL, HDL, triglicéridos, glucosa en ayunas	En grupo D + EA: ↓significativa z-IMC ↑significativo del VO <sub>2</sub> pico ↑FSA ↑significativamente HDL
<b>(Rocchini et al., 1988)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3288957">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3288957</a>	63♀ obesos y 10♂ delgados (GC), 10-17 años	ECA 1. D + modificación conducta (n=23) 2. D+ EA + modificación conducta (n=22) 3. GC (n=18)	EA 20 sem: 3/sem 40 min/sesión > 70-75% de la FC máx	PC, peso hidrostático VO <sub>2</sub> pico, FC submáx PA, FSA	Respecto al GC, en ambos grupos intervención se observó: ↓PC y ↓%MG cambios positivos en FC submáx (147 a 128 lpm) y en reposo (88 a 72 lpm)
<b>(Savoie et al., 2007)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17595270">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17595270</a>	209♂ con sobrepeso, 8-16 años	ECA 1. Programa basado en familia + EA + D + modificación conducta (n=105) 2. GC (manejo tradicional de obesidad) (n=69)	EA 12 meses: 0-6º mes: 2/sem, 50 min/sesión 6º-12º mes: 2/mes; 100 min/sesión 65%-80% FC máx Calentamiento y vuelta a la calma Carreras de obstáculos y velocidad, baloncesto, fútbol americano y videojuego "Dance Dance Revolution"	PC, grasa corporal, IMC HOMA-IR	↓PC, ↓IMC y ↓%MG

Tabla 2. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico combinado con dieta sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Sigal et al., 2014)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25243536">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25243536</a>	304 ♂♀ obesos / sobrepeso, 14-18 años	ECA  1. EA + D (n=75) 2. EFM + D (n=78) 3. EFM + EA+ D (n=75) 4. GC (n=76)	EA progresivo 22 sem: 4/sem, duración progresiva de 20 a 45 min/sesión, 65% al 85% de la FC máx  EFM progresivo 22 sem: 4/sem, 2 series x 15 rep, a intensidad moderada y 3 series x 8-RM. 7 EFM con máquinas o pesas libres  EFM + EA 22 sem, 4/sem	CC, %MG (RM), perímetro de la cintura  VO <sub>2</sub> pico y tiempo total sobre tapiz rodante  8-RM: prensa de piernas, press banca y remo  Marcadores de riesgo cardiometabólico	↓%MG significativa respecto al GC: ↓1.1 en EA; ↓1.6 en EFM. EFM + EA experimentó mayores cambios en %MG ↓2.4 vs EA ↓1.2 vs EFM ↓1.6  ↓perímetro cintura respecto al GC: ↓3 cm en EA, ↓2.2 cm en EFM, y ↓4.1 cm en EFM + EA  ↑VO <sub>2</sub> pico en EA mayor que en GC. En EA + EFM ↑VO <sub>2</sub> pico y ↑tiempo total sobre el tapiz rodante no significativos  ↑tiempo total sobre tapiz rodante en los 3 grupos de ejercicio
<b>(Schwingshandl et al., 1999)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Effe+ct+of+an+individualised+training+programme+d+uring+weight+reduction+on+body+composition+%3A+a+randomised+trial">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Effe+ct+of+an+individualised+training+programme+d+uring+weight+reduction+on+body+composition+%3A+a+randomised+trial</a>	17 ♀ y 13 ♂ obesos, 6-18 años	ENC  1. D (n=16) 2. D + EFM (n=14)	EFM 12 sem: 2/sem, 60-70 min/sesión 2-4 series x 12 rep al 50% + 10RM  MMSS y MMII: prensa de piernas, extensión de piernas, curl de piernas, press banca, jalones al pecho, remo, prensa de hombro, tríceps hacia abajo, extensión tríceps, curl de bíceps, elevaciones de talones y abdominales	z-IMC, MLG, (BIA)	↑MLG en D + EFM

Tabla 2. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico combinado con dieta sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Shalitin et al., 2009)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19844115">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19844115</a>	162 ♂♂ obesos, 6-11 años	ECA  1. EA + EFM (n=52) 2. D + EA + EFM (n=55) 3. GC (D) (n=55)	EA + EFM 12 sem: 3/sem 90 min/sesión (45 min EA + 45 min EFM) EA: deportes de equipo y juegos de carrera EFM abdominales, levantamiento de pesas pequeñas y ejercicios de pelota  9 meses de seguimiento	IMC, z-IMC, %MG (BIA), perímetro cintura	↓z-IMC, ↓%MG y ↓colesterol LDL respecto a valores basales, pero sin diferencias significativas entre grupos
<b>(Suh et al., 2011)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3178704/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3178704/</a>	15 ♂ y 15 ♀ con sobrepeso, 10-13 años	ENC  1. D (n=10) 2. D + EA (n=10) 3. D + EFM (n=10)	EA 12 sem: 3/sem; 40 min/sesión 60%-70% del VO <sub>2</sub> máx (60% mes-1º; 65% mes-2º; 70% mes-3º) 5 min calentamiento y vuelta a la calma Saltar a la comba, caminar o correr sobre tapiz rodante y bicicleta estática, además diariamente durante mes 2º y 3º gimnasia  EFM 12 sem: 3/sem; 40 min/sesión, al 60 % 1RM, 2-3 series x 10-12 rep. 10 EFM globales de MMSS y MMII dirigidos a los principales grupos musculares	PC, altura, perímetro de la cintura, IMC, %MG, %MLG (BIA)  Área grasa de muslos, intramuscular y grasa visceral (BIA) (TC)  Índice de sensibilidad a la insulina (PTGO)	Marcada ↓IMC y ↓significativa %MLG en grupo D+EA, en comparación con el resto de grupos  En D + EA y D + EFM mostraron mejoras significativas en el área bajo la curva de insulina y sensibilidad a la insulina en comparación con valores basales

Tabla 2. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico combinado con dieta sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
<b>(Sung et al., 2002)</b> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1763008/pdf/v086p00407.pdf">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1763008/pdf/v086p00407.pdf</a>	82 ♂ obesos, 8-11 años	ECA  1. D + EA + EFM (n=41) 2. GC (D) (n=41)	1. Entro en circuito (EA + EFM, énfasis en fuerza), 6 sem: 3/sem, 65 min/sesión 10 min calentamiento 20 min EFM, al 75% - 100% de 10-RM, descansos cortos entre estaciones, MMSS: curl de bíceps, press de hombros, press de banca, extensión de tríceps y fuerza de prensión manual MMII: extensión de cuádriceps, elevación de piernas y squat 10 min EA (danza y tapiz rodante), al 60-70% FC máx; 10 min agilidad y 5 min vuelta calma	CC, PC, altura  Perfil lipídico	Comparativamente, en D + EA + EFM: ↓IMC y ↓%MG no significativa ↑MLG (2.3%) y ↓HDL ambos significativos  En ambos grupos ↓significativa colesterol total
<b>(Woo, Chook, Yu, Sung, Qiao, Leung, Lam, Metreweli, &amp; Celermajer, 2004a)</b> <a href="http://circ.ahajournals.org/content/109/16/1981.1">http://circ.ahajournals.org/content/109/16/1981.1</a>	54 ♂ y 28 ♀ obesos / sobrepeso, 9-12 años	ENC  1. D (n=41) 2. D + EFM + EA (n=41)	EFM (principalmente) + EA un año: 0-6ª sem: 2/sem 75 min/sesión: 10 min calentamiento 30 min EFM, 10 min EA, 10 min agilidad, 5 min de enfriamiento, y períodos de descanso cortos entre estaciones 60-70% de la FC máx 6 sem - año: 1/sem	IMC, perímetros, DEXA  Lípidos, glucosa, función vascular, espesor íntima-media	A las 6 sem no cambios significativos entre grupos: ↓ICC en ambos grupos  Al año en D + EFM + EA ↓%MG

Tabla 2. Detalles de los estudios que examinan el impacto del ejercicio físico combinado con dieta sobre la antropometría, la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, las variables hemodinámicas y el perfil metabólico en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

Estudio	Datos de los sujetos	Diseño	Intervención del ejercicio	Medidas recogidas	Resultados del efecto del ejercicio
(Yu et al., 2005) <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16095423">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16095423</a>	82♂ obesos / sobrepeso, 10.4 ± 1 años	ECA 1. D + EFM (n=41) 2. GC (D) (n = 41)	EFM 28 sem: Fase 1: 0-6ª sem: 3/sem; 75 min/sesión, al 75–100% 10RM, 10 min calentamiento, 30 min EFM, 10 min EA, 10 min agilidad y 5 min vuelta a la calma. 1 serie x 20 rep; 30 min; 8 ejercicios de grandes grupos musculares Fase 2: 7º-12ª sem: 1/sem 60 min/sesión, intensidad individualizada, 2-3 series x 10-20 rep; EFM 40 min; 9 ejercicios de grandes grupos musculares 13º-28ª sem, intensidad individualizada, 3-4 serie x 15-20 rep; EFM 40 min; 9 ejercicios de grandes grupos musculares	CC y contenido mineral óseo (DEXA)  Dinamometría manual, flexiones	A las 6 sem grupo D + EFM vs D, ↑significativamente MLG y el contenido mineral óseo. A las 28 sem se mantuvo la tendencia sin cambios significativos entre grupos  FM mejoró en ambos grupos, pero fue significativamente mayor en el grupo D + EFM
(Yu et al., 2008) <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18212713">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18212713</a>	82♂ obesos / sobrepeso 8-11 años	ECA 1. D + EFM + EA (n = 41) 2. GC (D) (n = 41)	Entto en circuito (EA + EFM) 6 sem: 3/sem 75 min/sesión EFM: 30 min/sesión al 75–100% 10RM, 1 serie x 20 rep, 9 ejercicios de grandes grupos musculares EA: 20 min/sesión al 60–70% FC máx; cinta de correr, bicicleta, stepper, danza y agilidad	CC (DEXA), Course Navette, dinamometría manual, abdominales y flexiones de brazo.	En ambos grupos, ↓IMC y ↑MLG significativos, pero significativamente mayor en D + EFM + EA (.8 kg vs .3 kg).  En ambos grupos ↑significativo Course Navette, dinamometría manual, abdominales y flexiones de brazo, pero significativamente mayor en D + EFM + EA

**AF** = actividad/es física/s; **BIA** = bioimpedanciometría eléctrica; **CC** = composición corporal; **CCR** = condición cardiorrespiratoria; **D** = dieta; **DC** = diseño cuasi-experimental; **DEXA** = absorciometría dual de rayos-X; **EA** = ejercicio aeróbico; **ECA** = ensayo clínico aleatorio; **ECC** = ensayo clínico cruzado; **ECG** = electrocardiograma; **ECNA** = ensayo controlado no aleatorizado; **EFM** = ejercicio de fuerza muscular; **ENC** = ensayo no controlado; **Entto** = entrenamiento; **FC** = frecuencia cardíaca; **FC máx** = frecuencia cardíaca máxima; **FC submáx** = frecuencia cardíaca submáxima; **FSA** = flujo sanguíneo del antebrazo; **GC** = grupo control; **HDL** = lipoproteína de alta densidad; **HOMA-IR** = *homeostasis model assessment*; **ICC** = índice cintura/cadera; **IMC** = índice de masa corporal; **IRM** = imágenes por resonancia magnética; **LDL** lipoproteína de alta densidad; **lpm** = latidos por minuto; **MMII** = miembros inferiores; **MMSS** = miembros superiores; **MLG** = masa libre de grasa; **NA** = dato no aportado por el autor; **PC** = peso corporal; **%MG** = porcentaje masa grasa; **PA** = presión arterial; **PAD** = presión arterial diastólica; **PAS** = presión arterial sistólica; **PTGO** = prueba de tolerancia a la glucosa oral; **rep** = repeticiones; **RM** = repetición máxima; **sem** = semana; **TAS** = tejido adiposo subcutáneo; **TAV** = tejido adiposo visceral; **TC** = tomografía computarizada; **VO<sub>2</sub> máx** = consumo máximo de oxígeno; **VO<sub>2</sub> pico** = consumo pico de oxígeno; **z-IMC** = puntuación z del IMC; ↓ = indica reducción; ↑ = indica aumento.





## **PARTE II. MARCO EXPERIMENTAL**

---



## **II. EXPERIMENTO I**

---



## 2. EXPERIMENTO I. “EFECTOS DE UN PROGRAMA DOMICILIARIO DE EJERCICIO FÍSICO Y DIETA SOBRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL Y LA CONDICIÓN FÍSICA EN NIÑOS OBESOS”.

### 2.1 RESUMEN.

**Introducción:** el sedentarismo, importante responsable de la epidemia de la obesidad, favorece además el empeoramiento de la condición física (CF), potente marcador del estado de salud. En este estudio se valoró el efecto sobre la CF y la composición corporal (CC) de un programa domiciliario de ejercicio físico y dieta para el tratamiento de la obesidad infantil.

**Material y métodos:** treinta y tres niños/adolescentes con sobrepeso/obesidad, reclutados desde la Unidad contra el Riesgo Cardiovascular del Consorcio Hospital General Universitario de Valencia (España), participaron durante seis meses en una intervención domiciliar que combinó un programa de ejercicio físico (aeróbico y de fuerza) con dieta mediterránea. Se compararon, antes y después de la intervención, los resultados de las distintas variables de CC (z-IMC, porcentaje de grasa corporal, masa magra) y de CF (índice de condición cardiorrespiratoria (ICCR),  $VO_2$  máx, fuerza resistencia de la musculatura abdominal y fuerza explosiva de los miembros inferiores). El ICCR y el  $VO_2$  máx fueron estimados a partir de varios parámetros registrados durante el UKK-Test (test de caminar 2 km). La fuerza explosiva se estimó a través de una batería de saltos.

**Resultados:** se observó una reducción significativa en el porcentaje de grasa corporal (4.7%) y en el valor z del IMC (.23), y un incremento en la masa magra de 2.9 kg; ( $p < .001$ ). Además, tanto el ICCR como el  $VO_2$  máx mostraron incrementos significativos tras la intervención ( $p < .05$ ). Los resultados de las distintas pruebas de fuerza también mostraron mejoras significativas tras los seis meses de intervención ( $p < .05$ ).

**Conclusiones:** este programa, sencillo de administrar y de bajo coste, se demuestra eficaz en el tratamiento del sobrepeso y de la obesidad, mejorando no sólo la CC, sino también la CF.

## 2.2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS.

### 2.2.1 Objetivo general.

El objetivo del presente estudio ha sido analizar el impacto de un programa domiciliario de ejercicio físico mixto (modalidad aeróbica y de fuerza muscular) en combinación con la dieta mediterránea, sobre la composición corporal y los dos determinantes de la condición física más estrechamente relacionados con la salud, la condición cardiorrespiratoria y la fuerza muscular.

### 2.2.2 Objetivos específicos.

Analizar los efectos de un programa domiciliario de ejercicio físico mixto en combinación con la dieta mediterránea sobre:

- la antropometría (peso corporal) y la composición corporal (índice de masa corporal, puntuación z del índice de masa corporal, porcentaje de masa grasa y masa magra).
- la fuerza resistencia de la musculatura abdominal y la fuerza explosiva de los miembros inferiores.
- el tiempo empleado en recorrer dos kilómetros (UKK-Test), la frecuencia cardiaca media durante dicha prueba y la frecuencia cardiaca tras el primer minuto de recuperación.
- el consumo máximo de oxígeno y el índice de condición cardiorrespiratoria.

### 2.2.3 Hipótesis.

Un programa domiciliario de ejercicio físico mixto (ejercicio aeróbico y de fuerza muscular) combinado con dieta mediterránea, mejorará la composición corporal y la condición física en niños y adolescentes obesos o con sobrepeso.

## 2.3 MATERIAL Y MÉTODOS.

### 2.3.1 Sujetos.

Un total de 33 niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad de ambos sexos (18♂ y 15♀) y con edades comprendidas entre 8 y 16 años ( $11.6 \pm 2.5$ ) fueron voluntariamente reclutados para el estudio en la Unidad contra el Riesgo Cardiovascular del Consorcio Hospital General Universitario de Valencia (España).

Los criterios utilizados para diagnosticar el sobrepeso y la obesidad fueron, respectivamente, un IMC comprendido entre los percentiles 85-95 y un IMC superior al percentil 95 (valores ajustados por edad y sexo). El grado de sobrepeso/obesidad se cuantificó de acuerdo al método LMS (lambda-mu-sigma) de Cole, que normaliza el IMC, y su distribución asimétrica, expresando el IMC como la puntuación de la desviación estándar (Cole et al., 2000). Los sujetos con obesidad severa (puntuación  $z > 2.5$ ) fueron excluidos debido a que requieren de programas de ejercicio físico específicos e individualizados para evitar posibles lesiones (problemas ortopédicos). También fueron excluidos del estudio aquellos que padecieran alguna enfermedad aguda, síndromes de obesidad secundarios, así como cualquier enfermedad, discapacidad o lesión que impidiera o contraindicara la realización de las pruebas físicas y/o de los ejercicios del programa de intervención tras valoración pediátrica. Además, ninguno de los sujetos participaba simultáneamente en otras intervenciones de mejora de la condición física.

El estudio fue aprobado por el Comité Ético del Hospital, respetándose en todo caso los principios de la Declaración de Helsinki. Con el fin de obtener el consentimiento, se informó a los padres y a los participantes entregándoles una hoja que recogió todos los aspectos relativos al estudio (objetivos, metodología, beneficios y riesgos derivados). Una vez informados y, previo al inicio de la intervención, el consentimiento fue firmado por los padres o por los representantes legales.

Se empleó un diseño cuasi-experimental antes-después (pre-post) con objeto de estimar el efecto de la intervención en las variables a analizar, en los mismos individuos, antes y después de la intervención (datos emparejados).

### 2.3.2 Procedimiento.

#### 2.3.2.1 Evaluación de la composición corporal y de la condición física.

Las valoraciones fueron realizadas previa y posteriormente a la intervención por los mismos investigadores y siguiendo un protocolo estandarizado. Todas las pruebas físicas se efectuaron en una misma tarde, con un descanso de 5 minutos entre cada prueba. Además, y, para evitar interacciones indeseadas propiciadas por los requerimientos físicos propios de cada test, éstos se llevaron a cabo siempre en el mismo orden –que a continuación se detalla- y con posterioridad a las pruebas de antropometría y de CC.

#### *Antropometría y composición corporal.*

Los sujetos fueron medidos y pesados sin zapatos y en ropa interior. La altura se registró con una precisión de .5 cm utilizando un estadiómetro de pared (seca 216). El peso corporal se registró con una precisión de .1kg, la masa magra y el porcentaje de masa grasa se determinaron mediante un analizador de grasa corporal (TANITA TBF-410 M) (Figura 4) según el procedimiento estándar.



Figura 4. Estadiómetro de pared (seca 216) y analizador de grasa corporal (TANITA TBF-410 M), empleados para la evaluación antropométrica y de la composición corporal.



*Fuerza explosiva de los miembros inferiores.*

Para evaluar la fuerza explosiva de los músculos extensores del tren inferior se realizó una batería de saltos compuesta por: 1º) *Squat Jump* (SJ); 2º) *Counter Movement Jump* (CMJ); y; 3º) *Abalakov* (ABK) (Figura 5). En el SJ, cada sujeto ejecutó el salto partiendo de rodillas flexionadas a 90°, tronco erguido y manos en las caderas. En el CMJ, partiendo de una posición erguida y con las manos en las caderas, cada sujeto flexionó las rodillas hasta los 90° manteniendo el tronco lo más recto posible, para inmediatamente llevar a cabo una extensión o contramovimiento. Además, se instruyó a los sujetos para que el tiempo transcurrido entre ambas acciones fuera el mínimo posible. Por último el salto con ayuda de brazos o *Abalakov* se ejecutó de forma análoga al CMJ, pero en este caso se emplearon los brazos para efectuar el salto, dejando así el tronco libre para permitir una mejor coordinación ([Bosco, 1994](#)).



Figura 5. Batería de saltos empleada para la evaluación de la fuerza explosiva de los miembros inferiores.

Cada sujeto ejecutó tres intentos por cada modalidad de salto, con una separación de un minuto de descanso entre cada salto, registrándose en cm la máxima altura alcanzada. Para determinar la altura de salto se utilizó la plataforma de contacto *Ergo Jump Plus Bosco System* (Figura 6).



Figura 6. Plataforma de contacto (*Ergo Jump Plus Bosco System*) empleada en la valoración de la fuerza explosiva de los miembros inferiores.

#### *Condición Cardiorrespiratoria.*

Para valorar la resistencia cardiorrespiratoria los sujetos realizaron el UKK-Test (Figura 7) siguiendo las condiciones estandarizadas publicadas (Laukkanen, Oja, Ojala, Pasanen, & Vuori, 1992; Oja et al., 2001). Este test, validado en población con sobrepeso (Laukkanen, Oja, Pasanen, & Vuori, 1992), consiste en recorrer caminando en el menor tiempo posible, una distancia de 2 km. En cada sujeto se registró el tiempo en recorrer los 2 km, la frecuencia cardiaca media (FCM) durante el desarrollo de la prueba (pulsómetro digital Polar s610i) (Figura 8), la FC al final de la prueba, así como la frecuencia cardiaca en fase de recuperación al minuto post-esfuerzo (FCR1). A partir del tiempo empleado en realizar la prueba en segundos, de la frecuencia cardiaca media del sujeto durante la misma, y de su índice de masa corporal (IMC), se calculó el índice de condición cardiorrespiratoria (ICCR) del UKK-Test. Este índice compara el  $VO_2$  máx estimado en la prueba del sujeto con la media poblacional específica de su edad y permite comparar entre individuos de distinto sexo y edad. A partir de los

resultados del UKK-Test puede también inferirse el  $VO_2$  máx del sujeto (principal indicador de la CCR), que se calculó utilizando las fórmulas específicas para cada sexo (Oja et al., 2001).



Figura 7. Realización del UKK-Test para la valoración de la condición cardiorrespiratoria.



Figura 8. Pulsómetro digital (Polar s610i) y banda elástica utilizados para la monitorización de la frecuencia cardíaca.

### *Fuerza resistencia de la musculatura abdominal.*

Los sujetos debían realizar el mayor número de ciclos de “encorvamientos” (ciclos de flexión-extensión del raquis) durante 30 s. Posición inicial en decúbito supino con la cabeza en contacto con la colchoneta, piernas no fijadas para eliminar la intervención del recto anterior y rodillas flexionadas hasta los 90° (Figura 9).



Figura 9. Test empleado para la valoración de la fuerza resistencia de la musculatura abdominal.

#### 2.3.2.2 Intervención de ejercicio físico domiciliario.

Los voluntarios del estudio y sus padres asistieron conjuntamente a dos sesiones educativas de una hora de duración conducidas por dos pediatras en el Hospital General Universitario de Valencia (España). Los temas abordados incluyeron el decisivo rol de la actividad física sobre la condición cardiorrespiratoria, la importancia de la pérdida de peso y su mantenimiento y un enfoque terapéutico nutricional de la obesidad infantil.

La intervención dietética se centró en la promoción de la dieta mediterránea. Esta dieta enfatiza el consumo abundante de verdura, de fruta fresca para el postre, de aceite de oliva como principal fuente de grasas, el consumo regular de productos lácteos (principalmente queso y yogur), consumo moderado de pescado y aves de

corral, de cero a cuatro huevos de consumo semanal, y una reducción en la ingesta de carne roja. Esta dieta fue específicamente adaptada para los niños por el nutricionista del Hospital General Universitario de Valencia (España). El total de grasa en esta dieta estuvo comprendido entre el 25% y el 35% de la ingesta calórica, con un 8% o menos de grasa saturada del total de las calorías. Se proporcionó educación nutricional adicional a las familias, incluyendo la interpretación de las etiquetas de los alimentos, y se les enseñó el control de estímulos para reducir el acceso a alimentos en alto contenido calórico, así como también para aumentar el acceso a alimentos más saludables y menos ricos en calorías. La planificación previa se enseñó para facilitar la toma de decisiones de cara a solucionar situaciones difíciles de alimentación y actividad, tales como fiestas y días festivos.








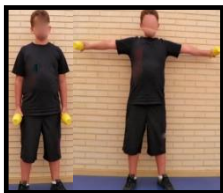


Los participantes también fueron estimulados a reducir las conductas sedentarias como ver la televisión, jugar con juegos de ordenador o juegos de mesa. Las conductas sedentarias académicamente convenientes, tales como los deberes o tareas escolares, no fueron objeto de la reducción.

El programa de ejercicio físico se basó en la intervención domiciliaria para niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad llevada a cabo en un estudio previo ([Lisón et al., 2012](#)). Este programa incluye un total de 120 sesiones distribuidas en seis meses, con cinco sesiones semanales de ejercicios para la mejora de la CCR y de la FM, con una duración aproximada de unos 60 minutos por sesión (Figura 10).

Con el fin de asegurar que todos los sujetos realizaran los ejercicios correctamente en sus domicilios, se les instruyó sobre su ejecución durante las sesiones educativas previas al comienzo del estudio. Además, cada sujeto recibió instrucciones detalladas en un cuaderno de seguimiento, que incluía imágenes de todos los ejercicios, repeticiones y/o las duraciones requeridas. Asimismo, se animó a los padres a crear un ambiente positivo hacia la actividad física y a verificar que sus hijos realizaran adecuadamente los ejercicios, poniendo especial énfasis en que sus hijos debían realizar un mínimo de tres sesiones de ejercicio semanal para conseguir los resultados deseados.

El programa consistió en un entrenamiento en circuito de intensidad creciente (Figura 10), compuesto por dos actividades para mejorar la CCR (caminar a paso ligero y saltos en tijera) y por un total de diez ejercicios de FM. Los ejercicios de FM involucraron a los principales grupos musculares y se realizaron con Baja Carga y Alta Repetición (BCAR). Las dos actividades para mejorar la CCR se intercalaron entre cada

ejercicio de FM y consistieron en caminar a paso ligero durante un minuto o dos según lo establecido (1<sup>o</sup>-3<sup>o</sup> mes), para posteriormente (4<sup>o</sup>-6<sup>o</sup> mes) ejecutar saltos en tijera (ST) durante 30-60 segundos. Se prestó especial atención a la velocidad de ejecución de la marcha, insistiendo mucho en que debía ejecutarse a paso rápido. También se enfatizó sobre la importancia de reducir al mínimo los descansos entre los ejercicios de CCR y los de FM, dando instrucciones de que se llevaran a cabo en el interior de la casa, sugiriendo para ello la utilización del pasillo. La duración aproximada de cada circuito fue de 30 minutos, y los sujetos debían de repetirlo una segunda vez, con una fase de 5 minutos de marcha muy rápida entre ambos. Se registró el número de sesiones de ejercicio físico que realizó cada participante, dividiéndose la muestra en participantes cumplidores (> 20 sesiones) y no cumplidores ( $\leq$  20 sesiones).

EJERCICIOS		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
ABDOMINALES		15 rep	20 rep	25 rep	25 rep	30 rep	30 rep
		Caminar a paso ligero (1 min)			ST 30 s	ST 45 s	ST 60 s
EXTENSIONES DE CADERA		15 rep	20 rep	25 rep	25 rep	30 rep	30 rep
		Caminar a paso ligero (2 min)			ST 30 s	ST 45 s	ST 60 s
SKIPPING		10 s	20 s	30 s	30 s	35 s	40 s
		Caminar a paso ligero (1 min)			ST 30 s	ST 45 s	ST 60 s
FLEXIONES EN LA PARED		20 rep	25 rep	30 rep	30 rep	30 rep	30 rep
		Caminar a paso ligero (2 min)			ST 30 s	ST 45 s	ST 60 s
SENTADILLAS		10 rep	15 rep	20 rep	20 rep	20 rep	20 rep
		Caminar a paso ligero (1 min)			ST 30 s	ST 45 s	ST 60 s
CURL DE BÍCEPS		10 rep	15 rep	20 rep	20 rep	25 rep	25 rep
		Caminar a paso ligero (2 min)			ST 30 s	ST 45 s	ST 60 s
CORRER EN EL SITIO LLEVANDO TALONES A NALGAS		10 s	20 s	30 s	30 s	35 s	40 s
		Caminar a paso ligero (1 min)			ST 30 s	ST 45 s	ST 60 s
ABDUCCIONES HORIZONTALES DE HOMBROS		10 rep	15 rep	20 rep	20 rep	20 rep	20 rep
		Caminar a paso ligero (2 min)			ST 30 s	ST 45 s	ST 60 s
SALTOS VERTICALES		5 rep	7 rep	10 rep	10 rep	15 rep	20 rep
		Caminar a paso ligero (1 min)			ST 30 s	ST 45 s	ST 60 s
EXTENSIONES DE HOMBROS		15 rep	20 rep	25 rep	25 rep	25 rep	30 rep

Caminar a paso ligero (5 min) → REALIZAR DOS VECES EL CIRCUITO

Figura 10. Descripción del programa de ejercicio (formato impreso).

Rep = repeticiones; ST = saltos en tijera. Tras adelantar un pie respecto a otro, saltar para así en la fase aérea ejecutar una “tijera” con las piernas de tal manera que una adelante a la otra invirtiéndose la posición inicial de los pies. Repetir, alternando la pierna adelantada.



### 2.3.3 Análisis estadístico.

Tras comprobar la normalidad de los datos (test de Kolmogorov-Smirnov), se realizaron las siguientes pruebas estadísticas: T-test de muestras relacionadas para comparar los valores pre y post-intervención de las variables antropométricas, de composición corporal, de fuerza resistencia de la musculatura abdominal y de condición cardiorrespiratoria. Test de Wilcoxon para comparar los valores pre y post-intervención de las variables de fuerza explosiva de miembros inferiores.

Los datos se presentan como media  $\pm$  desviación estándar. El análisis de los datos se realizó con el programa estadístico SPSS versión 18.0 para Windows (SPSS, Chicago, IL, EEUU). Para todas las pruebas estadísticas se estableció un nivel de significación de  $p < .05$ .

## 2.4 RESULTADOS.

Los resultados del estudio mostraron mejoras significativas en las variables antropométricas y de composición corporal (IMC, z-IMC, masa magra y porcentaje de masa grasa y;  $p < .001$ ), con la única excepción del peso, que tan solo mostró un ligero descenso (Tabla 3).

Asimismo, los resultados expresaron una mejoría en la CF de los participantes (Tabla 4). En relación a la CCR, tanto el índice de CCR como el  $VO_2$  máx mostraron mejoras significativas tras la intervención. Además, aunque los participantes no mejoraron el tiempo en recorrer los dos kilómetros, la frecuencia cardiaca media durante la prueba se redujo significativamente (7 lpm,  $p = .019$ ), y la frecuencia cardiaca tras un minuto de recuperación también fue menor.

Los resultados de las distintas pruebas de fuerza de los miembros inferiores y de la musculatura abdominal también mostraron mejoras significativas tras los 6 meses de intervención (Tabla 4).

En relación a la adherencia al programa de ejercicio físico, 22 de los 33 participantes realizaron más de 20 sesiones. Considerando la totalidad de la muestra, los participantes realizaron un promedio de  $2.1 \pm 1.6$  sesiones semanales, no

alcanzándose la tasa mínima de asistencia. Este promedio aumentó hasta  $2.9 \pm 1.1$  sesiones semanales cuando se excluyó del análisis a los no cumplidores o sujetos que no completaron el tratamiento de acuerdo con el número total de sesiones a las que asistieron al finalizar el programa (valor de corte = 20 sesiones).

Tabla 3. Resultados de la comparación de los valores pre y post-intervención de las distintas variables Antropométricas y de Composición Corporal.

<b>Antropometría y Composición Corporal</b>	<b>Pre-intervención</b>	<b>Post-intervención</b>	<b>p</b>
Peso, kg	$67.2 \pm 17.3$	$66.9 \pm 16.8$	.561
IMC, $\text{kg}/\text{m}^2$	$28.4 \pm 3.8$	$27.2 \pm 4$	< .001
z-IMC	$2.09 \pm .32$	$1.86 \pm .39$	< .001
% masa grasa	$38.5 \pm 4.4$	$33.8 \pm 6.08$	< .001
Masa magra, kg	$41.5 \pm 10.7$	$44.4 \pm 11.8$	< .001

Los valores están expresados como la Media  $\pm$  Desviación Típica. IMC = índice de masa corporal. z-IMC = puntuación z del índice de masa corporal.

Tabla 4. Resultados de la comparación de los valores pre y post-intervención de las distintas variables de Condición Física.

<b>Condición</b>	<b>Pre-intervención</b>	<b>Post-intervención</b>	<b>p</b>
<b>Cardiorrespiratoria</b>			
UKK-Test, s	1174 ± 102	1177 ± 110	.807
FCM, lpm	156 ± 17	149 ± 19	.019
FCR1, lpm	132 ± 22	127 ± 18	.139
ICCR	45.3 ± 17.9	51.7 ± 18.1	.009
VO <sub>2</sub> máx, ml/kg/min	26.8 ± 5.1	29.2 ± 5.5	.028
<b>Fuerza explosiva de miembros inferiores</b>			
SJ, cm	12.1 ± 3.6	13 ± 3.4	.008
CMJ, cm	13 ± 3.7	13.4 ± 3.3	.011
ABK, cm	15.5 ± 4.4	16.1 ± 3.6	.020
<b>Fuerza resistencia de musculatura abdominal</b>			
Encorvamientos, n° de repeticiones	23.4 ± 5.6	28.4 ± 4.6	.001

Los valores están expresados como la media ± Desviación Típica. ABK = *Abalakov*; CMJ = *Counter Movement Jump*; FCM = frecuencia cardiaca media durante el UKK-Test; FCR1 = frecuencia cardiaca en reposo tras el primer minuto post-test; ICCR = índice de condición cardiorrespiratoria; lpm = latidos por minuto; SJ = *Squat Jump*; VO<sub>2</sub> máx consumo máximo de oxígeno.

## 2.5 CONCLUSIONES.

Un programa domiciliario de ejercicio físico mixto administrado en formato circuito durante seis meses en combinación con la dieta mediterránea mejora la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria y la fuerza muscular de niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

## **III. EXPERIMENTO II**

---



### 3. EXPERIMENTO II. “INTERVENCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO DOMICILIARIO EN OBESIDAD INFANTIL: ENSAYO CONTROLADO ALEATORIZADO COMPARANDO MODALIDAD TRADICIONAL VERSUS PLATAFORMA WEB”.

#### 3.1 RESUMEN.

**Introducción:** Las intervenciones basadas en la utilización de Internet pueden llegar a un gran número de niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad. Sin embargo, hasta la fecha son escasos los ensayos clínicos aleatorizados que, incorporando el uso de las TIC, hayan evaluado objetivamente el impacto de un programa de ejercicio físico sobre la composición corporal (CC), la condición física (CF) y el cumplimiento.

**Material y métodos:** Un total de cincuenta y dos niños y adolescentes (9-16 años) con sobrepeso u obesidad, reclutados desde la Unidad contra el Riesgo Cardiovascular del Consorcio Hospital General Universitario de Valencia (España), fueron asignados al azar a tres grupos de intervención (formato impreso [FI] [n = 18], plataforma web [PW] [n = 18] y plataforma web con apoyo [PWA] [n = 16]) para participar durante tres meses en un programa de ejercicio mixto (modalidad aeróbica y de fuerza) combinado con dieta mediterránea. Se realizó un ANOVA mixto (modelo de 2 factores con medidas repetidas en un factor) para comparar los cambios pre post-intervención entre los diferentes grupos en las siguientes variables: antropometría (altura y peso corporal), CC (IMC, z-IMC, porcentaje de grasa corporal y masa magra), condición cardiorrespiratoria (VO<sub>2</sub> pico, frecuencia cardíaca al minuto diez post-test (FCR-10), presión arterial sistólica (PAS-10) y diastólica (PAD-10) al minuto diez post-test) y fuerza muscular de los miembros superiores.

**Resultados:** nuestro estudio mostró efectos significativos en las distintas condiciones para el z-IMC, reduciéndose en los grupos FI (diferencia de medias -.10; IC 95% -.14 a -.06; p < .001) y PWA (diferencia de medias -.10; IC 95% -.14 a -.05; p < .001), así como para el IMC en la condición FI (diferencia de medias -.7; IC 95% -1.1 a -.3; p = .001). El peso se incrementó significativamente en el grupo PW (1.5; p = .009). En contraste, no se observaron cambios significativos en los indicadores evaluados de la CCR (VO<sub>2</sub> pico, FCR-10, PAS-10 y PAD-10), ni tampoco en la fuerza de los miembros superiores. El cumplimiento de los participantes a las sesiones fue bajo y similar entre los distintos grupos de intervención.

**Conclusiones:** PW, PWA y FI han mostrado una eficacia similar en términos de CC, CF y cumplimiento. Sin embargo la utilización de la plataforma web, a diferencia del FI, nos

ha permitido medir objetivamente el grado de cumplimiento de los sujetos. Son necesarios futuros estudios para determinar las características que deben aglutinar la modalidad o el formato de intervención para mejorar el cumplimiento, y en consecuencia, el impacto sobre la CC y la CF.

### 3.2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS.

#### 3.2.1 Objetivo general.

Comparar la eficacia en el tratamiento de la obesidad y del sobrepeso infantil que un programa de ejercicio físico mixto (modalidad aeróbica y de fuerza) combinado con la dieta mediterránea, tendrá al implementarse a través de tres modalidades: formato impreso (FI), plataforma web (PW) y plataforma web con apoyo (PWA).

#### 3.2.2 Objetivos específicos.

Comparar los efectos de un programa de ejercicio físico mixto implementado a través de tres modalidades, en combinación con la dieta mediterránea sobre:

- la antropometría (peso corporal) y la composición corporal (puntuación z del índice de masa corporal, porcentaje de masa grasa y masa magra).
- los determinantes de la condición física más estrechamente relacionados con la salud (condición cardiorrespiratoria y fuerza muscular), a través del estudio del consumo pico de oxígeno y de la fuerza muscular del tren superior.
- la frecuencia cardiaca y la presión arterial (sistólica y diastólica), a los diez minutos de finalizar la prueba de esfuerzo.
- la adhesión de los sujetos al tratamiento (cumplimiento).

#### 3.2.3 Hipótesis.

La adición de una plataforma web junto con el envío de mensajes motivacionales y recordatorios, incrementará el cumplimiento al tratamiento en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad, y en consecuencia, la modalidad basada en la plataforma



web con apoyo (PWA) tendrá un mayor impacto sobre la composición corporal y la condición física en comparación con el resto de intervenciones.

### 3.3 MATERIAL Y MÉTODOS.

#### 3.3.1 Sujetos.

Un total de 52 niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad de ambos sexos (30♂ y 22♀) y con edades comprendidas entre 9 y 16 años ( $12.6 \pm 1.7$  años), fueron reclutados voluntariamente desde la Unidad contra el Riesgo Cardiovascular del Consorcio Hospital General Universitario de Valencia (España). Los criterios de inclusión y exclusión del presente estudio fueron los mismos que se han descrito en el primer experimento.

El estudio fue aprobado por el Comité Ético del Hospital, respetándose en todo caso los principios de la Declaración de Helsinki. Con el fin de obtener el consentimiento, se informó a los padres y a los participantes entregándoles una hoja que recogió todos los aspectos relativos al estudio (objetivos, metodología, beneficios y riesgos derivados). Una vez informados y, previo al inicio de la intervención, el consentimiento fue firmado por los padres o por los representantes legales.

Se empleó un diseño de estudio abierto, y a través de un software informático (*Block Randomization*), se asignaron aleatoriamente los participantes a los diferentes grupos de intervención: formato impreso [FI], plataforma web [PW] y plataforma web con apoyo [PWA],  $n = [18]:[18]:[16]$  (Figura 11). No fue posible cegar a los participantes a la asignación al grupo experimental, sin embargo, ésta se mantuvo hasta el punto de la aleatorización.

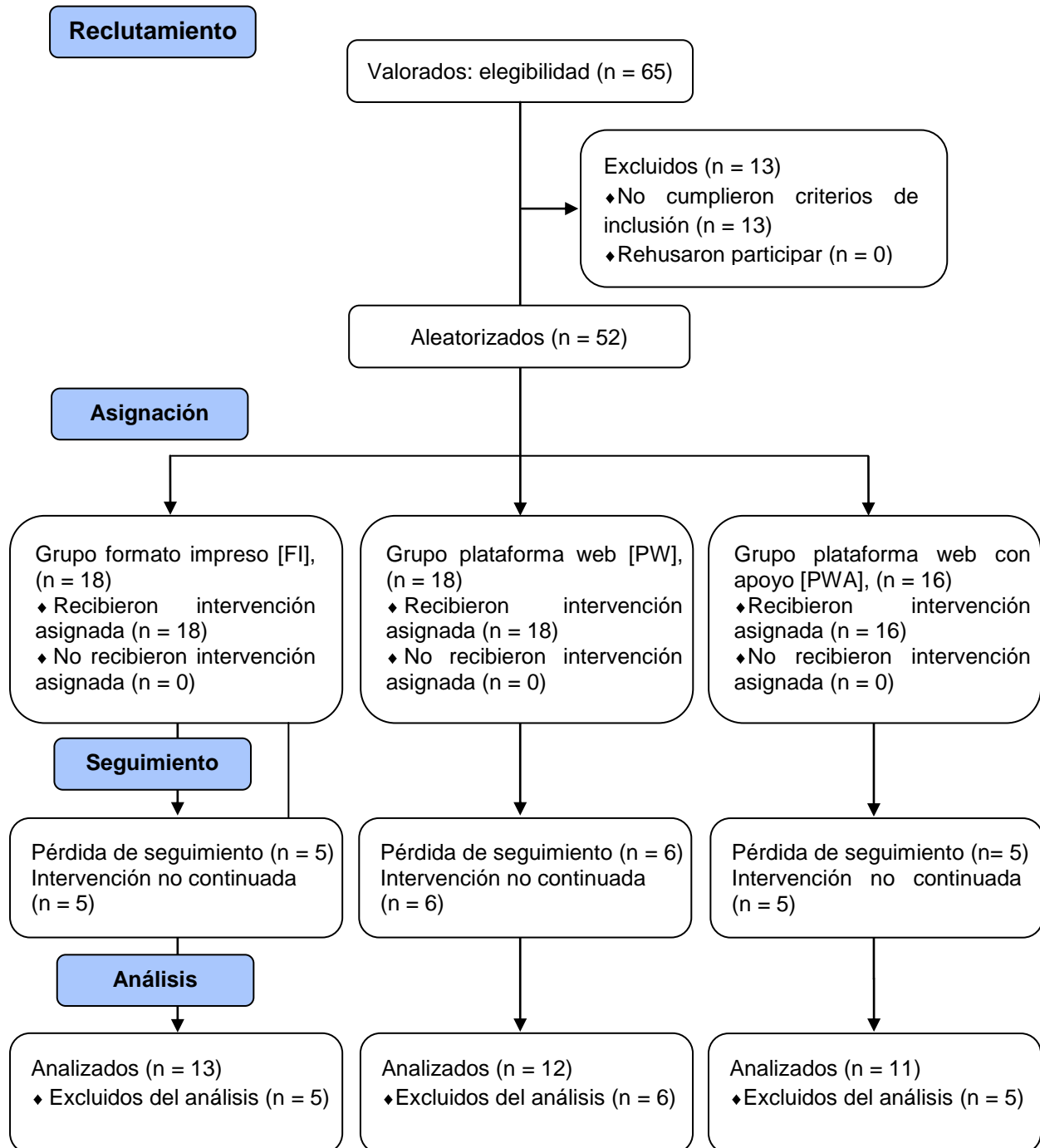


Figura 11. Diagrama de flujo de los sujetos participantes en las diferentes fases del estudio.

### 3.3.2 Procedimiento.

#### 3.3.2.1 Evaluación de la composición corporal y de la condición física.

Las valoraciones fueron realizadas previa y posteriormente a la intervención por investigadores entrenados que, siguiendo un protocolo estandarizado, estaban cegados a la condición de grupo. Todas las pruebas físicas se llevaron a cabo en una misma tarde, entre las 18:00 y las 20:00 h, con un período de descanso de 5 minutos entre cada una de las pruebas. Por otra parte, y, para evitar interacciones no deseadas producidas por las demandas físicas de cada prueba, siempre se realizaron en el mismo orden que a continuación se detalla.

##### *Antropometría y composición corporal.*

Los sujetos fueron medidos y pesados descalzos y en ropa interior. La altura se registró con una precisión de .5 cm utilizando un estadiómetro de pared (seca 216). El peso corporal, se registró con una precisión de .1 kg, mientras que la masa magra y el porcentaje de masa grasa se determinaron mediante un analizador de grasa corporal (TANITA TBF-410 M) según el procedimiento estándar. Este método para la estimación del porcentaje de grasa en niños, tiene una alta correlación con la absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA) (National Institutes of Health (US), 1994). Asimismo, la puntuación z del IMC (desviación estándar) se calculó en base a las tablas de crecimiento elaboradas y/o diseñadas por el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) (<http://stokes.chop.edu/web/zscore/index.php>).

##### *Condición Física.*

##### *Fuerza Muscular de los miembros superiores.*

La fuerza muscular de los miembros superiores se evaluó mediante un dinamómetro manual (*Jamar Hand Dynamometer 5030J1*) (Figura 12), cuya abertura de agarre se ajustó al tamaño de la mano de los participantes, de tal forma que la articulación interfalángica proximal de los dedos formara un ángulo de 90° al empuñar el dinamómetro (Ruiz et al., 2006b). Cada sujeto ejecutó tres intentos con su brazo dominante, con una separación de un minuto de descanso entre cada intento, registrándose la máxima contracción voluntaria que fue expresada en Kg. Previamente

al test, los sujetos fueron instruidos para que, estando sentados, mantuvieran el brazo pegado al costado con el codo a 90° de flexión y la muñeca en posición neutra.



Figura 12. Dinamómetro (*Jamar Hand Dynamometer 5030J1*) empleado para la evaluación de la fuerza de los miembros superiores.

#### *Condición Cardiorrespiratoria.*

Los pacientes realizaron una prueba de esfuerzo modificada, sobre un tapiz rodante (*Bh Fitness Cruiser Supra G6457*) (Figura 13), a partir del protocolo propuesto por Balke (Rowland, 2010). Se midió el consumo de oxígeno mediante un analizador de gases metabólicos (*Medgraphics - VO2000*) (Figura 14), que fue preparado al inicio y al final de cada una de las pruebas de esfuerzo siguiendo las instrucciones reportadas en otros trabajos (Kautza, Castello, & Sothmann, 2004; Winkle, Evans, Dilg, & Galparoli, 2011). Se utilizaron mascarillas de tamaño pediátrico (Unnithan, Houser, & Fernhall, 2006), y para evitar la fuga de gas espirado, se ajustó al rostro de los pacientes la pieza de metal maleable integrada en las máscaras de neopreno (Figura 14) (Wang & Perry, 2006). Asimismo se monitorizó la FC mediante la *Therapy Intelligent Personal Sensor o TIPS-shirt* (Figura 15) que incorpora un dispositivo inalámbrico (*nECG MINDER*) que registra la señal cardiaca (*NUUBO medical*) (Rodríguez, Guixeres, Rey, & Alcañiz, 2012).

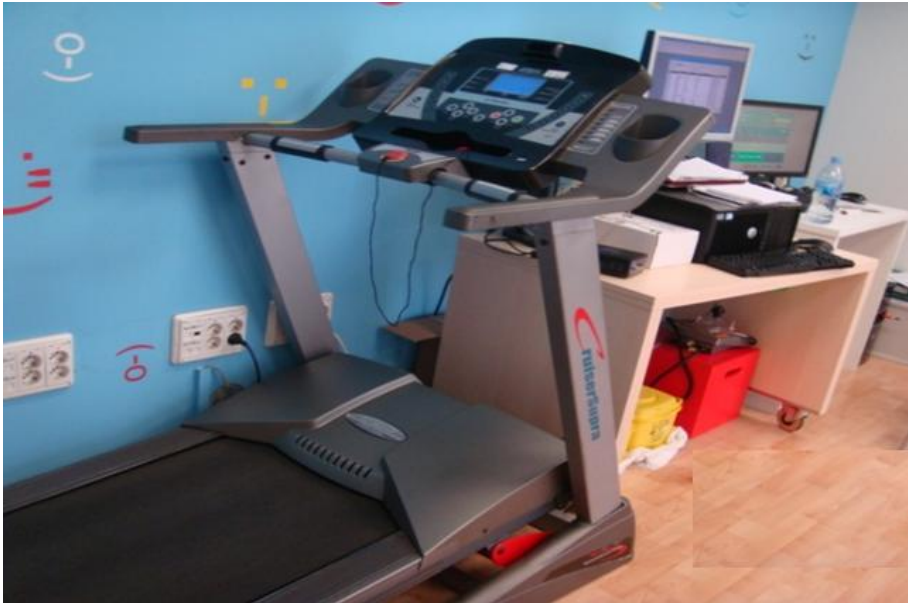


Figura 13. Tapiz rodante empleado para la realización del protocolo Balke modificado (*Bh Fitness Cruiser Supra G645*).



Figura 14. Analizador de gases metabólicos (*Medgraphics - VO2000*). Máscaras, cables, arandela y boquilla (*Medgraphics*).



Figura 15. *Therapy Intelligent Personal Sensor* o TIPS-shirt.

Previo al comienzo del protocolo, los participantes fueron instruidos para que caminaran dando pasos amplios (evitando correr), manteniendo en todo momento sus manos sobre el reposabrazos de la cinta andadora y su tronco erguido (Figura 16). Igualmente, se les explicó que aunque era normal que se sintieran cansados, era muy importante que caminaran tanto como pudieran.

Previamente a la prueba de esfuerzo, los pacientes llevaron a cabo un calentamiento en el que se mantuvo constante la inclinación del tapiz a 0°, mientras que la velocidad se incrementó en .3 km/h cada minuto, comenzando el calentamiento en 3.9 km/h y alcanzando al final de esta fase –minuto 3- una velocidad de 4.5 km/h (Nemet et al., 2005). El calentamiento permitió por un lado verificar que la FC y los valores del  $\text{VO}_2$  se registraran correctamente, y por otro, que los sujetos se familiarizaran con los instrumentos de medida y con la ejecución correcta de la marcha.

El protocolo de Balke modificado (Guixeres et al., 2014) comenzó sin pendiente y con una velocidad de 4.8 km/h, y, a partir del primer minuto se incrementó en dos puntos la inclinación. Posteriormente y de acuerdo con criterios reportados en otros trabajos (American College of Sports Medicine (ACSM), 2000; Rowland, 1993) para niños con una pobre CF, la velocidad de la cinta andadora se mantuvo, en cambio la inclinación se incrementó a razón de un grado cada minuto hasta alcanzar el 15% de

desnivel (Lazzer et al., 2005; Nemet et al., 2005). A partir del minuto 15, sólo se aumentó la velocidad .3 km/h cada minuto hasta llegar a los 6.3 km/h.



Figura 16. Paciente ejecutando el protocolo de Balke modificado.

El criterio de parada del protocolo se estableció cuando los participantes alcanzaron una FC igual o superior al 90% de su FC máxima ( $220 - \text{edad}$ ) (Andreacci et al., 2005), registrándose en dicho momento el valor pico del consumo de oxígeno alcanzado ( $\text{VO}_2$  pico ml/kg/min). Aquellos sujetos que tuvieron muchas dificultades para lograr el criterio de parada fueron alentados por los investigadores. Asimismo, también se detuvo el protocolo cuando las razones de seguridad así lo indicaron.

#### *Presión arterial y frecuencia cardíaca.*

Una vez finalizado el protocolo, los sujetos permanecieron sentados y tras los 10 minutos de la fase de recuperación, se midió en el brazo no dominante de cada paciente la PA (PAS y PAD) y la FC, mediante un tensiómetro electrónico (Omron HEM-705IT 759-E) (Figura 17), siguiendo para ello el procedimiento estándar (Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (K/DOQI), 2004; Lurbe et al., 2009). Se tomaron tres mediciones en intervalos de 1 minuto, y se registró la media de las tres mediciones. Los valores de PA se registraron con una precisión de 2.0 mm Hg.

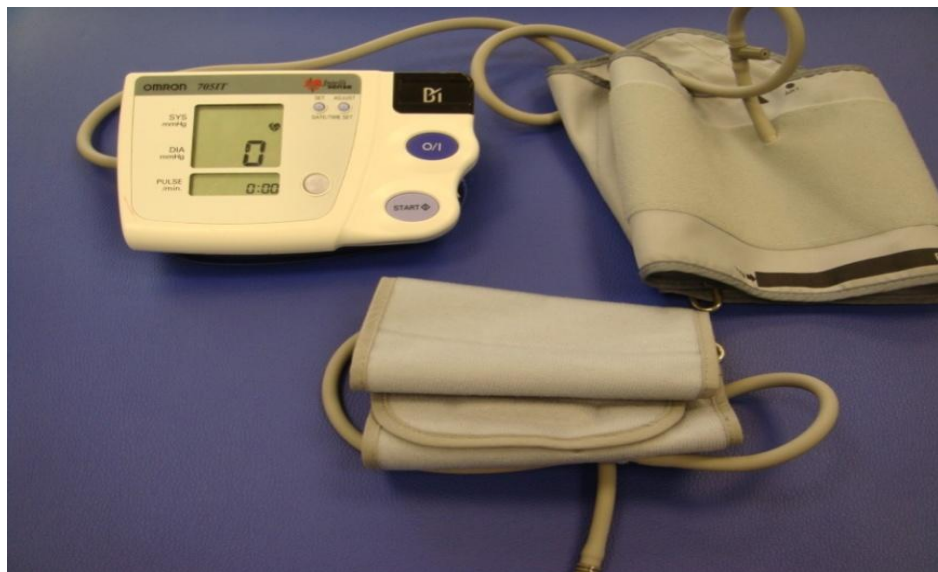


Figura 17. Tensiómetro electrónico (Omron HEM-705IT 759-E), empleado para la medición de la presión arterial y de la frecuencia cardíaca.

#### *Adherencia al programa (cumplimiento).*

El equipo de investigación supervisó los inicios de sesión de aquellos sujetos que utilizaron la plataforma web para poder acceder al programa de ejercicio. Además, complementariamente se desarrolló un registro manual (AD-HOC) para que los participantes pudieran anotar el número total de sesiones completadas.

#### 3.3.2.2 Intervención de ejercicio físico domiciliario: modalidad tradicional versus plataforma web con o sin apoyo.

Los voluntarios y sus padres, previamente al comienzo del estudio, asistieron a dos charlas educativas en el Hospital General Universitario, cuyos detalles y temas se recogen en un estudio previo (Lisón et al., 2012). Brevemente se abordó el papel crucial de un estilo de vida activo, la importancia de perder peso, así como la promoción de la dieta mediterránea. Los detalles de la intervención dietética se recogen en el primer experimento. Además, en estas charlas se instruyó a todos los sujetos para que realizaran correctamente los ejercicios en sus domicilios. Formación que se completó mediante la entrega de un DVD demostrativo y de un cuaderno que incluía instrucciones detalladas sobre el programa de ejercicio físico (repeticiones y/o duración), y que además, permitió a los sujetos registrar su AF diaria (P: actividad del programa; C:



caminar rápido; B: bicicleta; Exer: videojuego activo; Otras: otras actividades deportivas) durante toda la intervención.

El programa de ejercicio físico se basó en la intervención domiciliaria para niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad diseñada por Lisón et al. (2012), de idénticas características al del primer experimento, a excepción de que esta segunda intervención contó con un total de 60 sesiones distribuidas en unas doce semanas o tres meses, con cinco sesiones semanales de unos 60 minutos para la mejora de la CC y de la CF. Se recomendó, tanto a los participantes como a sus padres, que como mínimo se efectuaran tres sesiones semanales en días alternos.

Todos los sujetos realizaron el mismo programa de ejercicio físico, pero accedieron a él a través de tres modalidades y/o formatos distintos. Así, los voluntarios del grupo basado en el formato impreso (FI), recibieron un cuaderno de idéntico contenido a las orientaciones que proporcionó la plataforma web *Move It* (<http://moveit.etiobe.com/>) a los otros grupos de intervención: plataforma web (PW) y plataforma web con apoyo (PWA) (Figura 18).












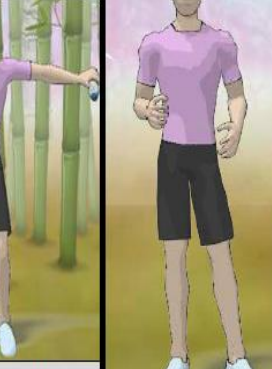
PLATAFORMA - WEB			3.- SKIPPING			6.- CURL DE BÍCEPS			9.- SALTOS VERTICALES		
<a href="http://moveit.etiobe.com/">http://moveit.etiobe.com/</a>			10 s	20 s	30 s	10 rep	15 rep	20 rep	5 rep	7 rep	10 rep
											
Caminar rápidamente (1 min)			Caminar rápidamente (2 min)			Caminar rápidamente (2 min)			Caminar rápidamente (1 min)		
1.- ABDOMINALES			4.- FLEXIONES EN LA PARED			7.- LLEVAR TALONES A LAS NALGAS			10.- EXTENSIONES DE HOMBROS		
15 rep	20 rep	25 rep	20 rep	25 rep	30 rep	10 s	20 s	30 s	15 rep	20 rep	25 rep
											
Caminar rápidamente (1 min)			Caminar rápidamente (2 min)			Caminar rápidamente (1 min)			Caminar rápidamente (5 min)		
2.- EXTENSIONES CADERA			5.- SENTADILLAS			8.- ABDUCCIONES HORIZONTALES DE HOMBRO			ENHORABUENA		
15 rep	20 rep	25 rep	10 rep	15 rep	20 rep	10 rep	15 rep	20 rep			
											
Caminar rápidamente (2 min)			Caminar rápidamente (1 min)			Caminar rápidamente (2 min)					
<b>Caminar a paso ligero (5 min) → REALIZAR DOS VECES EL CIRCUITO</b>											

Figura 18. Descripción del programa de ejercicio basado en la plataforma web Move It. Rep = repeticiones.

Dicha plataforma fue concebida para permitir, a través de un enfoque más acorde con las TIC, la disponibilidad y accesibilidad al programa de ejercicio por parte de los pacientes, una vez registrados (Figura 19). Asimismo la plataforma web permitió registrar automáticamente la fecha, la duración y el número total de sesiones completadas.



Figura 19. Log in de la plataforma web *Move It*.

Por otra parte, los sujetos que llevaron a cabo el programa de ejercicio a través de la plataforma web *Move It*, recibieron recomendaciones sobre la ejecución de los ejercicios (Figura 20), y a medida que avanzaban en la realización de una sesión o cambiaban de nivel, se reforzaba el trabajo realizado mediante mensajes de ánimo (Figura 21). Asimismo, y conforme iban consiguiendo objetivos, los sujetos participantes podían elegir entre varios escenarios, avatares e incluso la música que sonaba mientras realizaban el programa de ejercicio (Figura 22).



Figura 20. Recomendaciones sobre la ejecución correcta de los ejercicios, proporcionadas a través de la plataforma web *Move It*.



Figura 21. Mensajes de ánimo remitidos a los sujetos que realizaron el programa de ejercicio a través de la plataforma web *Move It*.

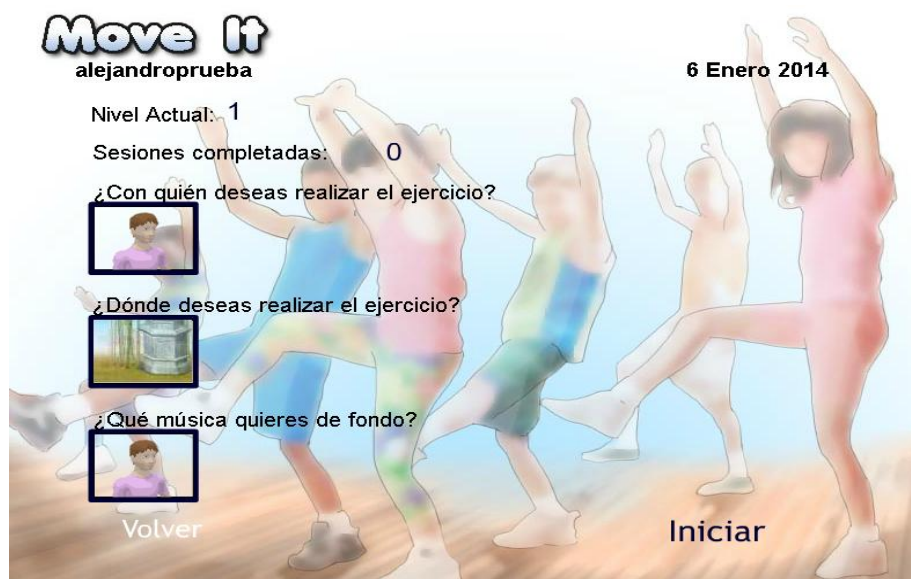


Figura 22. Personalización del ejercicio a través de la plataforma web *Move it*.

Adicionalmente, el grupo PWA recibió apoyo a través de un correo electrónico que semanalmente se remitió para recordar y mantener la motivación de los sujetos a lo largo del estudio. Enviándose tres tipos de mensajes en función del grado de cumplimiento semanal de los participantes: ninguna sesión por semana, no alcanza el mínimo de tres sesiones semanales y realiza más de tres sesiones por semana.

### 3.3.3 Análisis estadístico.

Con el objetivo de alcanzar una reducción estadísticamente significativa de .25 puntos del z-IMC entre la media estimada y la media de la muestra, con un poder estadístico igual al 80% y un riesgo alfa de .05, se estimó como necesario un tamaño muestral de 18 pacientes por grupo.

Para comparar el éxito de la asignación al azar, se emplearon los análisis preliminares de varianza o pruebas de Chi-cuadrado que determinaron las diferencias iniciales entre los grupos para las variables cualitativas (chicos/chicas y sobrepeso/obesidad).

Se realizó un ANOVA mixto para comparar los efectos de la intervención entre los grupos de intervención sobre la altura, el peso corporal, la puntuación z-IMC, el porcentaje de masa grasa, la masa magra, la fuerza muscular, el  $VO_2$  pico, la FCR-10 y la PAS-10 y la PAD-10, así como también para el cumplimiento. La duración del

programa de ejercicio físico constituyó el factor intra-grupo, mientras que el tipo de intervención, el factor entre-grupos.

Los datos se presentan como media  $\pm$  desviación estándar. El análisis de los datos se realizó con el programa estadístico SPSS versión 18.0 para Windows (SPSS, Chicago, IL, EEUU). Para todas las pruebas estadísticas se estableció un nivel de significación de  $p < .05$ .

### 3.4 RESULTADOS.

Un total de 52 niños y adolescentes fueron incluidos en el presente estudio, de los cuales 18 (34.6%) fueron asignados al grupo FI, 18 (34.6%) al grupo PW y 16 (30.8%) a la condición PWA. Se produjeron un total de 5 pérdidas del seguimiento en FI, 6 en la condición PW y 5 en PWA. No se observaron diferencias al inicio del estudio para ninguna de las variables (Tabla 5).

Los cambios en altura, peso, IMC, z-IMC, porcentaje de masa grasa y masa magra en cada una de las condiciones se muestran en la Tabla 6. Como era de esperar en una población pediátrica, aumentó la altura en todos los participantes.

El análisis de los datos de la comparación intra-grupos (pre versus post-intervención) mostró una reducción significativa del IMC (Tabla 6) y de la puntuación z del IMC en el grupo de participantes pertenecientes a la condición FI (Tabla 6, Figura 23). En el grupo de intervención PWA, se observó una tendencia a la mejora del IMC, que sí fue significativa en cuanto al z-IMC. En contraste, en el grupo PW se observó un incremento significativo del peso (Tabla 6, Figura 24).

Por otra parte, la comparación de las medidas post-intervención del ANOVA no reveló diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos (FI, PW y PWA) para ninguna de las variables estudiadas ( $p > .05$ ). Sin embargo, el ANOVA de los efectos principales para el factor tiempo sí que mostró un cambio significativo para las variables IMC, z-IMC, porcentaje de masa grasa (Figura 25), masa magra (Figura 26), PAS-10, PAD-10 y FCR-10 (Tabla 7).

En cuanto a la CF, el análisis de los resultados obtenidos en las distintas pruebas utilizadas para evaluar la CCR (FCR-10, PAS-10 y PAD-10) y la FM del tren superior, no revelaron diferencias significativas (Tabla 7) entre las distintas condiciones (interacción tiempo x intervención,  $p > .05$ ). Respecto al cumplimiento, en general fue

bajo (FI  $1.23 \pm 1.56$ ; PW  $1.28 \pm 2$  y PWA  $1.14 \pm 1.45$  sesiones semanales, respectivamente) sin observarse diferencias significativas entre la distintas condiciones ( $F = .023$ ;  $p = .978$ ).

Tabla 5. Características basales de los sujetos participantes del estudio.

Variable	FI (n = 18)	PW (n = 18)	PWA (n = 16)	p
Edad, años	12.6 $\pm$ 1.6	12.3 $\pm$ 1.93	12.1 $\pm$ 1.48	.637
Chicos/chicas	10/8	10/8	9/7	.999
Altura, cm	154.6 $\pm$ 6.2	160.3 $\pm$ 10.3	155.7 $\pm$ 8.7	.696
Sobrepeso/obesidad	7/11	2/16	3/13	.130
Peso, kg	69.1 $\pm$ 17.9	74.6 $\pm$ 10.2	65.5 $\pm$ 10.3	.610
IMC, kg/m <sup>2</sup>	28.6 $\pm$ 5.4	28.9 $\pm$ 1.6	26.9 $\pm$ 2.9	.799
z-IMC	1.98 $\pm$ .44	2.05 $\pm$ .21	1.89 $\pm$ .34	.792
Masa magra, kg	45 $\pm$ 8.2	47.2 $\pm$ 10.5	40.9 $\pm$ 7.7	.394
% masa grasa	36.5 $\pm$ 5.1	37.2 $\pm$ 6.4	37.1 $\pm$ 9.5	.638
VO <sub>2</sub> pico, ml/kg/min	25.7 $\pm$ 4.5	26.6 $\pm$ 2.7	27.3 $\pm$ 4.7	.406
FCR-10, lpm	98.3 $\pm$ 7.5	100.8 $\pm$ 11.7	103.8 $\pm$ 8.1	.890
PAS-10, mm Hg	111.1 $\pm$ 8.9	110.3 $\pm$ 7.5	108.2 $\pm$ 3.7	.940
PAD-10, mm Hg	69.7 $\pm$ 10.5	70.3 $\pm$ 7.7	66.4 $\pm$ 9.7	.961
Dinamometría, kg	25 $\pm$ 6.8	28.3 $\pm$ 7.7	21.7 $\pm$ 5.7	.595

Los valores están expresados como la Media  $\pm$  Desviación Típica. FCR-10 = frecuencia cardiaca al minuto diez post-test; FI = formato impreso; IMC = índice de masa corporal; PAD-10= presión arterial diastólica al minuto diez post-test; PAS-10 = presión arterial sistólica al minuto diez post-test; PW = plataforma web; PWA = plataforma web con apoyo; VO<sub>2</sub> pico = consumo pico de oxígeno; z-IMC = puntuación z del índice de masa corporal.



Tabla 6. Resultados de la comparación de los valores pre y post-intervención de las distintas variables Antropométricas y de Composición Corporal.

Antropometría y Composición Corporal	Grupo	Pre-intervención	Post-intervención	Diferencia de medias (95% IC)	p	Efectos principales (valores p)		
						Tiempo	Intervención	T x I
Altura, cm	FI	154.6 ± 6.2	155.9 ± 5.7	1.3 (.7 a 1.9)	-	F =		
	PW	160.3 ± 10.3	161.4 ± 10.5	1.1 (.5 a 1.7)	-	55.763	F = 1.451	F = .218
	PWA	155.7 ± 8.7	157.1 ± 8.8	1.4 (8 a 2.1)	-	< .001	.249	.805
Peso, kg	FI	69.1 ± 17.9	68.5 ± 17.3	-.6 (-1.7 a .5)	.246	F = 1.738	F = 1.521	F = 3.985
	PW	74.6 ± 10.2	76.1 ± 10.5	1.5 (.4 a 2.6)	.009	.196	.233	.028
	PWA	65.5 ± 10.3	65.9 ± 11.4	.4 (-.8 a 1.5)	.541			
IMC, kg/m <sup>2</sup>	FI	28.6 ± 5.4	27.9 ± 5.4	-.7 (-1.1 a -.3)	.001	F = 6.98	F = 1.067	F = 4.882
	PW	28.9 ± 1.6	29.1 ± 1.7	.2 (-.2 a .6)	.421	.013	.356	.014
	PWA	26.9 ± 2.9	26.5 ± 3.2	-.4 (-.8 a 0)	.075			
z-IMC	FI	1.98 ± .44	1.88 ± .46	-.10 (-.14 a -.06)	< .001	F =	F = 1.014	F = 5.842
	PW	2.05 ± .21	2.04 ± .21	-.01 (-.05 a .03)	.626	32.103	.374	.007
	PWA	1.89 ± .34	1.79 ± .4	-.10 (-.14 a -.05)	< .001	< .001		
Masa magra, kg	FI	45 ± 8.2	46.4 ± 7.4	1.4 (.2 a 2.6)	-	F =	F = 1.469	F = .471
	PW	47.2 ± 10.5	49.3 ± 10.9	2.1 (1 a 3.2)	-	32.398	.246	.629
	PWA	40.9 ± 7.7	43 ± 7.6	2.1 (.9 a 3.3)	-	< .001		
% masa grasa	FI	36.5 ± 5.1	33.6 ± 6.2	-2.9 (-5.2 a -.7)	-	F =	F = .034	F = .013
	PW	37.2 ± 6.4	34.4 ± 6.3	-2.8 (-4.9 a -.6)	-	21.736	.967	.987
	PWA	37.1 ± 9.5	34.1 ± 9.2	-3 (-5.2 a -.8)	-	< .001		

Los valores están expresados como la Media ± Desviación Típica. FI = formato impreso; IC = intervalo de confianza; IMC = índice de masa corporal; PW = plataforma web; PWA = plataforma web con apoyo; z-IMC = puntuación z del índice de masa corporal.

Tabla 7. Resultados de la comparación de los valores pre y post-intervención de las distintas variables de Condición Física.

Condición Cardiorrespiratoria	Grupo	Pre-intervención	Post-intervención	Diferencia de medias (95% IC)	p	Efectos principales (valores p)		
						Tiempo	Intervención	T x I
VO <sub>2</sub> pico, ml/kg/min	FI	25.7 ± 4.5	28.3 ± 4.2	2.6 (2 a 5)	-	F = 2.94 .099	F = .042 .959	F = 1.01 .377
	PW	26.6 ± 2.7	27.3 ± 3.9	.7 (-1.8 a 3.1)	-			
	PWA	27.3 ± 4.7	27.7 ± 6.5	.4 (-2.3 a 3.1)	-			
FCR-10, lpm	FI	98.3 ± 7.5	95.7 ± 7.4	-2.6 (-8.2 a 2.9)	-	F = 7.55 .013	F = .51 .609	F = 2.93 .079
	PW	100.8 ± 11.7	100.3 ± 6.6	-.5 (-6.4 a 5.4)	-			
	PWA	103.8 ± 8.1	91.8 ± 6.9	-12 (-20.3 a -3.7)	-			
PAS-10, mm Hg	FI	111.1 ± 8.9	108.2 ± 8.1	-2.9 (-7.1 a 1.3)	-	F = 12.61 .002	F = 1.45 .260	F = 3.06 .070
	PW	110.3 ± 7.5	108.8 ± 8.5	-1.5 (-5.9 a 2.9)	-			
	PWA	108.2 ± 3.7	98.6 ± 6.5	-9.6 (-15.2 a -4)	-			
PAD-10, mm Hg	FI	69.7 ± 10.5	66.2 ± 10.2	-3.5 (-10.1 a 3.2)	-	F = 4.74 .042	F = .826 .453	F = .203 .818
	PW	70.3 ± 7.7	66.6 ± 9.1	-3.7 (-10.7 a 3.4)	-			
	PWA	66.4 ± 9.7	59.8 ± 4.6	-6.6 (-15.5 a 2.3)	-			
<b>Fuerza Muscular de los Miembros Superiores</b>								
Dinamometría, kg	FI	25 ± 6.8	26.7 ± 6.6	1.7 (-.7 a 4.1)	-	F = 1.83 .186	F = 2.26 .121	F = .31 .733
	PW	28.3 ± 7.7	28.6 ± 9.1	.3 (-2 a 2.8)	-			
	PWA	21.7 ± 5.7	22.5 ± 4.9	.8 (-2 a 3.6)	-			

Los valores están expresados como la Media ± Desviación Típica. FCR-10 = frecuencia cardiaca al minuto diez post-test; FI = formato impreso; IC = intervalo de confianza; lpm = latidos por minuto; PAD-10 = presión arterial diastólica al minuto diez post-test; PAS-10 = presión arterial sistólica al minuto diez post-test; PW = plataforma web; PWA = plataforma web con apoyo; VO<sub>2</sub> pico = consumo pico de oxígeno.

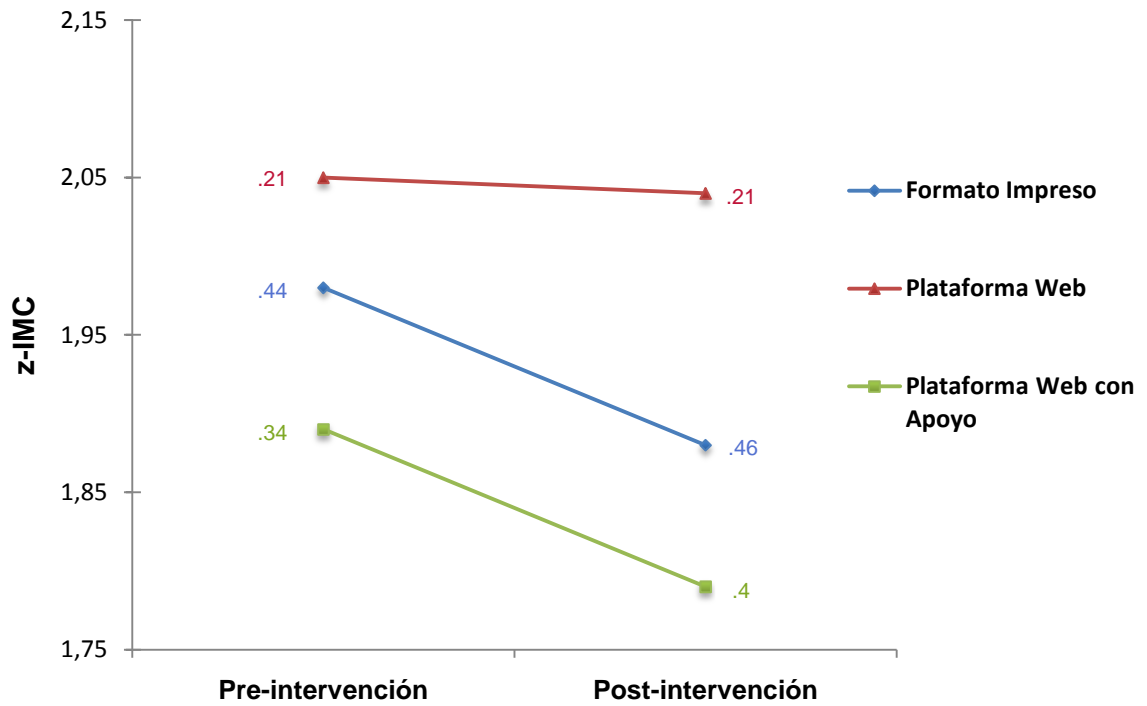


Figura 23. Comparación de la puntuación z del índice de masa corporal entre las distintas condiciones (Formato Impreso, Plataforma Web y Plataforma Web con Apoyo) pre y post-intervención. Los valores están expresados como la media ± Desviación Típica.

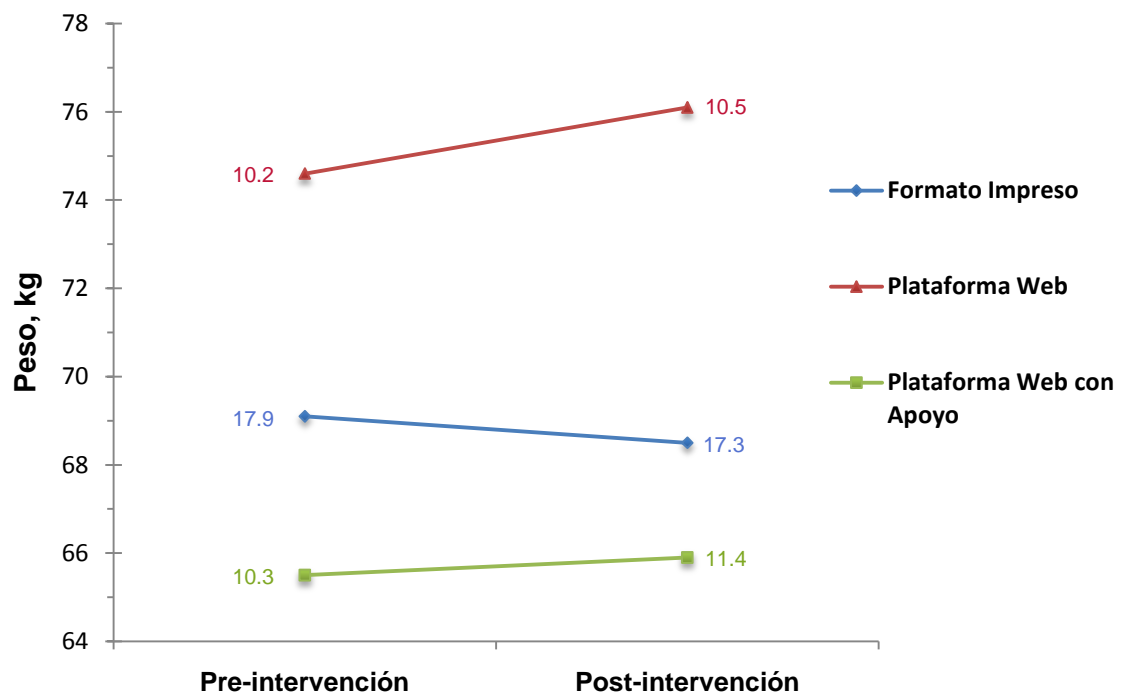


Figura 24. Comparación del peso corporal (kg) entre las distintas condiciones (Formato Impreso, Plataforma Web y Plataforma Web con Apoyo) pre y post-intervención. Los valores están expresados como la media ± Desviación Típica.

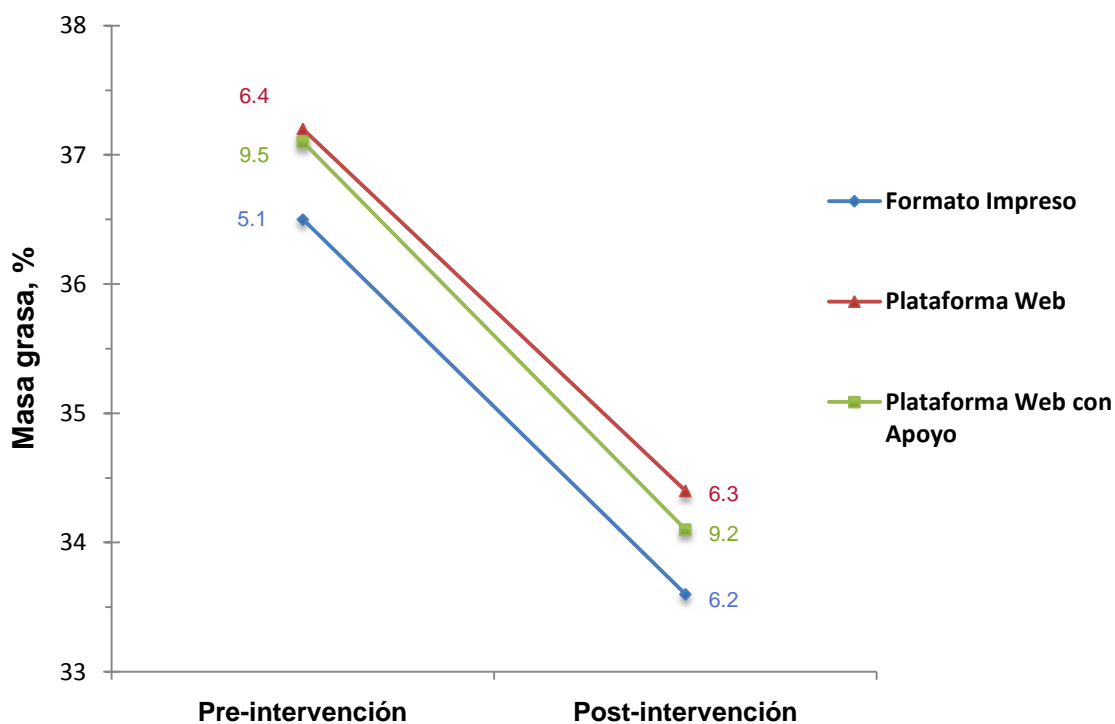


Figura 25. Comparación de la masa grasa (%) entre las distintas condiciones (Formato Impreso, Plataforma Web y Plataforma Web con Apoyo) pre y post-intervención. Los valores están expresados como la media  $\pm$  Desviación Típica.

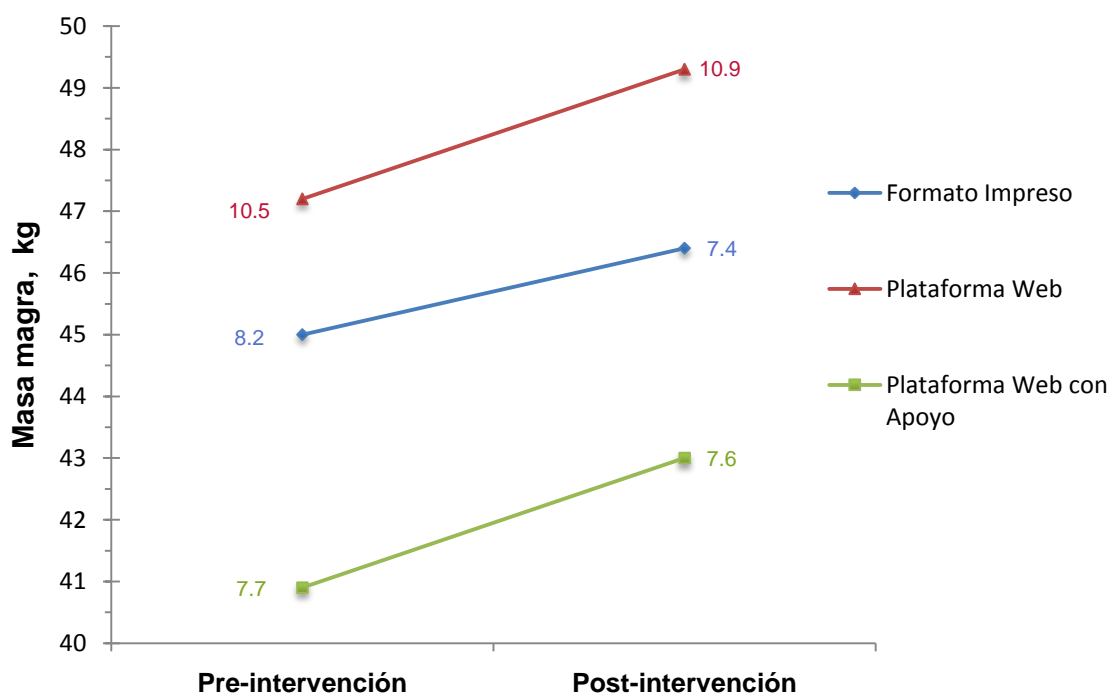


Figura 26. Comparación de la masa magra (kg) entre las distintas condiciones (Formato Impreso, Plataforma Web y Plataforma Web con Apoyo) pre y post-intervención. Los valores están expresados como la media  $\pm$  Desviación Típica.

### 3.5 CONCLUSIONES.

La implementación del programa de ejercicio físico mixto a través de la plataforma web *Move It* no ha supuesto una mejora en el cumplimiento. Asimismo los tres formatos utilizados para administrar el mismo programa de ejercicio han demostrado ser igualmente eficientes en términos de mejora de la composición corporal (porcentaje de masa grasa y masa magra) y de la condición física ( $VO_2$  pico, FM de MMSS, FCR-10, PAS-10 y PAD-10).



## **IV. DISCUSIÓN**

---





#### 4. DISCUSIÓN.

Hasta donde sabemos, los estudios que conforman la presente tesis doctoral son pioneros dentro del contexto de la prevención y del tratamiento de la obesidad infantil por motivos distintos. El primero de ellos, porque evalúa de forma simultánea la influencia de un programa domiciliario de ejercicio físico mixto (EA plus EFM) combinado con dieta mediterránea sobre la CC y la CF en población pediátrica con sobrepeso u obesidad. Por su parte, el segundo experimento constituye el primer ECA que evalúa objetivamente el impacto que sobre la CC, la CF y el cumplimiento, conlleva administrar a través de una plataforma web un programa de ejercicio físico validado con anterioridad. Estos estudios son especialmente relevantes, no solo por el importante papel que desempeñan la CC y la CF sobre la salud cardiovascular en niños y adolescentes (Ortega et al., 2008), sino también, por la decisiva influencia del cumplimiento sobre la eficacia de cualquier intervención de ejercicio físico en términos de CC y CF.

##### ***Antropometría y composición corporal.***

Los resultados del primer experimento, coinciden con los obtenidos por Lisón et al. (2012) en lo referente a las principales variables antropométricas, y además corroboran los hallazgos reportados en otros trabajos llevados a cabo en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad (Damaso et al., 2014; Davis et al., 2009; de Mello et al., 2011; Ho et al., 2013; Yu et al., 2008). Así, el porcentaje de grasa corporal disminuyó un 4.7% ( $p < .001$ ) y el z-IMC se redujo .23 puntos ( $p < .001$ ), poniendo de relieve la efectividad de esta intervención en términos de mejora de la CC.

En consonancia con otros trabajos (Hagstromer et al., 2009; Sung et al., 2002; Tan et al., 2010) en los que se administró durante tres meses un programa de ejercicio físico mixto (EA plus EFM) a niños y adolescentes obesos o con sobrepeso, en nuestro segundo estudio no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las distintas condiciones (FI, PW y PWA) respecto a las masas magra y grasa. No obstante y pese a que la segunda intervención contó con tres meses menos que la primera, los resultados mostraron en todas las condiciones un incremento y disminución de los compartimentos magro y graso, si bien las mejoras no alcanzaron los resultados del primer experimento.

Efectivamente, con independencia de la modalidad de ejercicio empleado, diversas revisiones sistemáticas y metaanálisis ([LeMura & Maziekas, 2002](#); [Maziekas et al., 2003](#)) subrayan que aquellos programas más duraderos se muestran como los mejores predictores de cambios positivos en la CC. En esta misma línea argumental, [Woo et al. \(2004a\)](#) tras comparar el impacto de una intervención combinada (D plus EA plus EFM) frente a otra basada exclusivamente en la D, no reportaron a las seis semanas cambio alguno en la CC y en el IMC, sin embargo al año sí observaron una reducción significativa del porcentaje de masa grasa.

Por otro lado, el peso total de los sujetos no se redujo significativamente en ninguno de los estudios. En este sentido, otros trabajos tras administrar un programa de ejercicio físico mixto (EA plus EFM) tampoco han reportado cambios en el PC ([Lisón et al., 2012](#); [Schwingshandl et al., 1999](#); [Watts et al., 2005](#); [Woo, Chook, Yu, Sung, Qiao, Leung, Lam, Metreweli, & Celermajer, 2004a](#)). No obstante, estos autores concluyen que aunque los EFM no reducen necesariamente el PC, sí que se asocian con un remodelado saludable de las masas grasa y magra. No debemos de olvidar que la obesidad se define como un aumento de la grasa corporal, y que la CC -y no el peso y el IMC- es el principal predictor de riesgo para la salud. Asimismo, tampoco debemos perder de vista que las mejorías observadas en la CF de nuestros participantes pueden modificar positivamente la influencia perjudicial del riesgo metabólico asociado a un incremento desproporcionado del compartimento graso ([Eisenmann, 2007](#); [García-Artero et al., 2007](#); [Ortega et al., 2008](#)).

La ausencia de cambios favorables en la masa corporal no es un hallazgo novedoso. Así, diversos estudios ([Hagstromer et al., 2009](#); [Wong et al., 2008](#); [Woo, Chook, Yu, Sung, Qiao, Leung, Lam, Metreweli, & Celermajer, 2004a](#); [Woo, Chook, Yu, Sung, Qiao, Leung, Lam, Metreweli, & Celermajer, 2004b](#)) tras administrar un programa de ejercicio físico similar al nuestro tampoco han reportado cambios favorables en el IMC y en el PC, probablemente por un aumento significativo de la masa magra, cuyo impacto final sobre el PC es mayor que el que sobre esta variable antropométrica pueda ejercer la pérdida simultánea de masa grasa. Así, por ejemplo, [Sung et al. \(2002\)](#) reportaron un aumento significativo de la masa corporal magra y una disminución del porcentaje de masa grasa, cuyo efecto combinado según sus autores, podría explicar la ausencia de cambios en el IMC después de la intervención. Además, debemos tener siempre presente que la muestra, debido a su edad (infancia y adolescencia), tanto en nuestros experimentos como en los trabajos anteriores, se encuentra en una etapa de crecimiento, factor que inexorablemente incrementa el PC de los sujetos.

Por su parte, Watts et al. (2004) tras aplicar durante ocho semanas un programa de ejercicio mixto (EA plus EFM), tampoco hallaron cambios en el PC y en el IMC pese a que la grasa corporal total disminuyó, principalmente a partir de la región del abdomen y del tronco. Ello pone de relieve la importancia de realizar una evaluación global de la CC (Watts, Beye, Siafarikas, Davis et al., 2004), que con independencia del peso y del IMC, permita determinar si la modalidad mixta de ejercicio físico tiene un impacto favorable en términos de mejora de la CC.

Por otra parte, es difícil comparar con otros estudios el impacto que la remodelación de la CC supone sobre el PC; en primer lugar, porque no existen trabajos en los que se analice la posible relación entre ambas variables; y en segundo lugar, porque hasta la fecha una gran mayoría de los estudios, que al igual que en nuestros experimentos administran un programa de ejercicio que aúna las modalidades aeróbica y de FM, pese a evaluar de forma global la CC no han reportado cuáles han sido los efectos de la intervención sobre ambos compartimentos (Kim et al., 2008; Park et al., 2012; Shalitin et al., 2009; Watts, Beye, Siafarikas, Davis et al., 2004; Wong et al., 2008; Woo, Chook, Yu, Sung, Qiao, Leung, Lam, Metreweli, & Celermajer, 2004; Yu et al., 2005), o bien como sucede en varios estudios, no reportan cual ha sido su impacto sobre la masa magra (Kim et al., 2008; Lisón et al., 2012; Sigal et al., 2014; Shalitin et al., 2009) pese a su importante repercusión sobre la tasa metabólica basal, que en última instancia, favorece el control del peso (Lazzer et al., 2005; Maffei, Schutz, & Pinelli, 1992; Schwingshandl & Borkenstein, 1995).

### ***Condición cardiorrespiratoria.***

Los resultados obtenidos en el primer experimento ponen por primera vez de manifiesto que el programa de ejercicio diseñado por Lisón et al. (2012) es válido para la mejora de la CCR, como así lo evidencian los sendos aumentos en el ICCR y en el  $VO_2$  máx ( $p < .05$ ). Además y aunque los sujetos no pudieron recorrer los dos kilómetros en menor tiempo, sí que hubo una disminución de la FCM (156 vs 149 lpm,  $p = .019$ ) durante la realización del UKK-Test. Estos hallazgos, son consistentes con los reportados por investigaciones anteriores que demuestran que la práctica combinada de EA y EFM a través de un circuito, además de atenuar el ritmo cardíaco durante la realización de un esfuerzo submáximo, incrementa de forma significativa el  $VO_2$  máx (Davis et al., 2011; Farpour-Lambert et al., 2009; Park et al., 2012; Watts et al., 2005).

Sin embargo, el análisis de los datos relativos a la recuperación de la FC tras el primer minuto post-test (UKK-test) en el primer experimento no mostró un impacto significativo, aunque sí hubo una tendencia a la reducción del ritmo cardiaco (- 5 lpm). En este sentido, se ha constatado que la mejoría de la recuperación de la FC en niños y adolescentes se asocia inversamente con el riesgo cardiometabólico y constituye además un potente marcador de la salud cardiovascular (Abu Hanifah et al., 2013; Mahon et al., 2003; Singh & Evans, 2010), mientras que en adultos representa un fuerte predictor de mortalidad (MacMillan, Davis, Durham, & Matteson, 2006; Watanabe, Thamilarsan, Blackstone, Thomas, & Lauer, 2001; Wilks et al., 2014).

Por otro lado, la no mejoría en los tiempos de ejecución de la prueba empleada en el primer estudio para evaluar la CCR (UKK-Test) pudo deberse a los diferentes meses de realización de la misma. La prueba pre-intervención se realizó durante el mes de diciembre a una temperatura de 12°C, mientras que la prueba post-intervención se realizó en el mes de junio a más del doble de temperatura (29°C). Se sabe que en ambientes húmedos y calurosos la mayor temperatura corporal y de la piel aumentan la sensación del esfuerzo percibido y disminuyen el rendimiento cardiorrespiratorio (Asplund, O'Connor, & Noakes, 2011; Cheuvront, Kenefick, Montain, & Sawka, 2010).

En el segundo experimento, y para evitar cualquier interacción indeseada de los factores climatológicos (temperatura y humedad) sobre el rendimiento cardiorrespiratorio, se valoró el  $VO_2$  pico o valor más alto del  $VO_2$  alcanzado durante una prueba de laboratorio (protocolo de Balke modificado) en condiciones de temperatura y humedad controladas. Por lo que por primera vez y mediante el método considerado como el estándar de oro, la calorimetría indirecta (Haugen, Chan, & Li, 2007; Henes et al., 2015), se estimó de forma objetiva el impacto del protocolo de ejercicio diseñado por Lisón et al. (2012) sobre la CCR. El análisis de los resultados no mostró diferencias significativas entre las distintas condiciones (FI, PW y PWA), aunque sí una tendencia hacia la mejora del  $VO_2$  pico, en especial en la condición basada en el FI. En este sentido, otros estudios tras administrar un programa de ejercicio de carácter aeróbico o mixto (EA plus EFM) durante un periodo de tiempo superior al de nuestro segundo experimento tampoco han reportado mejorías significativas en el  $VO_2$  pico o en el  $VO_2$  máx (de Mello et al., 2011; Sigal et al., 2014).

Por otra parte, tampoco podemos obviar que tanto el  $VO_2$  máx como el  $VO_2$  pico (estándar de oro en la evaluación de la tolerancia al ejercicio en niños) pueden estar influenciados por el estado madurativo de los participantes, pues se sabe que durante la adolescencia las respuestas de los componentes de la CCR varían en función de la edad, la madurez y el sexo (Armstrong, Tomkinson, & Ekelund, 2011). Desafortunadamente, no

podemos estratificar el efecto independiente del protocolo de ejercicio administrado en ambos experimentos frente a los cambios madurativos, debido a que en ninguno de los dos se incluyó un GC sedentario (Schranz et al., 2013). Aún así los resultados, en especial los del primer experimento, muestran que el EA combinado con EFM a través de un circuito constituye una estrategia eficaz para la mejora de la CCR en niños y adolescentes obesos o con sobrepeso, como así lo constatan también otros trabajos (Sigal et al., 2014; Watts et al., 2005; Watts, Beye, Siafarikas, Davis et al., 2004).

Por otro lado, los resultados del segundo experimento, en contraste con los del primero, muestran un menor impacto sobre la CCR, posiblemente porque la carga total (volumen e intensidad) del protocolo de ejercicio administrado en el segundo estudio se vio reducida al contar este con tres meses menos que su predecesor (3 versus 6 meses). Estas diferencias provocaron por un lado que la segunda intervención comprendiera 39 sesiones menos que la primera (en base a la tasa mínima de asistencia: tres sesiones semanales) y por otro, que se redujera tanto la duración de las sesiones como el número de repeticiones de los EFM (5 o 10 según el ejercicio). Reduciéndose así el volumen de ejercicio de la segunda intervención, parámetro decisivo para que los EFM influyan favorablemente sobre la CCR y la CC de niños y adolescentes obesos o con sobrepeso (Benson et al., 2008; Kim, 2010; Hagstromer et al., 2009; Treuth, Hunter, Figueroa-Colon et al., 1998; Treuth, Hunter, Pichon et al., 1998; Watts et al., 2005).

Del mismo modo y también a consecuencia de la diferente duración de las intervenciones, la intensidad del programa de ejercicio administrado en el segundo estudio fue inferior a la del primero, principalmente debido a la no realización de los saltos en tijera (4 - 6 mes), ejercicio que exige una mayor intensidad que la caminata rápida (1 - 3 mes). Atendiendo a la importancia que este parámetro tiene dentro de un programa de ejercicio físico, Gutin et al. (2000a) concluyeron que el impacto sobre el  $VO_2$  pico fue superior tras administrar un programa de EA de intensidad elevada frente a otro de intensidad moderada. Por su parte, Ortega et al. (2008) también han constatado que la AF vigorosa, en lugar de ligera o moderada, se asocia con un mayor nivel de CCR en la población pediátrica (Dencker et al., 2006; Gutin et al., 2005; Hussey et al., 2007; Ortega et al., 2008; Ruiz, Rizzo et al., 2006). Por tanto y en virtud de estas y otras investigaciones realizadas en niños obesos o con sobrepeso (Blaak, Westerterp, Bar-Or, Wouters, & Saris, 1992; Rowland, 1985; Sothorn, Loftin, Blecker, & Udall, 2000), probablemente la intensidad alcanzada en la segunda intervención no fue suficiente como para que se incrementara significativamente el  $VO_2$  pico alcanzado por los sujetos durante la prueba de esfuerzo (protocolo de Balke modificado).

Por otro lado, las comparaciones pre versus post-intervención de la FC a los 10 minutos post-esfuerzo (FCR-10), mostraron en el segundo estudio una mejora significativa en el tiempo, aunque no hubo diferencias entre las diferentes condiciones experimentales (FI, PW y PWA). En consonancia con estos resultados, Wong et al. (2008) tras administrar un programa de ejercicio mixto (EA plus EFM) observaron con respecto al GC una reducción de la FC en reposo. Sin embargo otras intervenciones (Tablas 1 y 2) basadas tanto en una modalidad aeróbica como mixta (EA plus EFM), no han reportado efecto alguno sobre la FC, probablemente y como señalan algunos de sus autores, porque la intensidad del programa de ejercicio administrado no fue suficiente como para influir favorablemente sobre dicho indicador de la CCR ([Gutin, Barbeau, Owens, Lemmon, Bauman, Allison, Kang, & Litaker, 2002b](#)).

De igual forma, el análisis de la media de las presiones arteriales post-esfuerzo (PAS-10 y PAD-10) en el segundo experimento, mostró una reducción significativa en el tiempo sin existir diferencias entre las distintas condiciones (FI, PW y PWA). No obstante, estos resultados cobran una mayor relevancia si tenemos en cuenta que los sujetos del estudio no eran hipertensos, por lo que la aplicación del protocolo de ejercicio diseñado por Lisón et al. (2012) implementado a través de varios formatos (FI, PW y PWA) podría contribuir a prevenir la propagación de ECV en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad, población en la que se ha constatado que pueden desarrollarse precozmente la hipertensión y los primeros signos de aterosclerosis ([Maggio et al., 2008](#)). Cambios de una magnitud similar en la edad adulta se asocian con una disminución de al menos el 35% de los accidentes cerebrovasculares y el 21% de las cardiopatías congénitas ([Aggoun et al., 2008](#); [Farpour-Lambert et al., 2009](#); [MacMahon et al., 1990](#)).

### ***Fuerza muscular.***

Sobre la base de la reciente evidencia científica ([Damaso et al., 2014](#); [Lisón et al., 2012](#); [Sigal et al., 2014](#); [Watts et al., 2005](#)), nuestro programa incluyó una combinación de ejercicios para la mejora de la CCR y de la FM. Se sabe que ambas modalidades contribuyen a mantener la masa magra metabólicamente activa cuando se combinan con una dieta hipocalórica, -especialmente la modalidad de EFM-, evitando así la disminución de la tasa metabólica basal inducida por la dieta ([Dulloo & Jacquet, 1998](#)). A estos beneficios se le suma que el orden de realización de los EFM dentro de nuestro programa ha sido específicamente diseñado para reclutar de forma alternativa el mayor número de grupos musculares, con el propósito de evitar la fatiga muscular local y propagar así a una mayor

masa de músculo esquelético los efectos beneficiosos que se atribuyen a los EFM, como el incremento de la masa magra, la mejora de la fuerza, la resistencia y la coordinación muscular (Bernhardt et al., 2001; Lisón et al., 2012; Ramsay et al., 1990; Sothorn et al., 2000).

Los resultados del primer experimento, mostraron mejoras significativas en todas las comparaciones pre post-intervención, tanto en los test de fuerza explosiva de los MMII, como en la prueba de fuerza resistencia de la musculatura abdominal. Dichos hallazgos son consistentes con los obtenidos en otras intervenciones basadas en programas similares al nuestro (EA plus EFM) (Treuth et al., 1998; Tan et al., 2010; Watts et al., 2004).

Por otra parte, los resultados de fuerza del tren superior obtenidos en el segundo experimento a través del test de dinamometría manual, no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las distintas condiciones (FI, PW y PWA). Se sabe que cuando dicho test (dinamometría manual) se efectúa por segunda vez se observa una mejoría sistemática en el rendimiento de la fuerza prensil (Clerke, Clerke, & Adams, 2005), y en consecuencia es posible que la realización de varios ensayos previos a la prueba máxima hubiera influido sobre el rendimiento de nuestros sujetos. Sin embargo, es difícil comparar y discutir los hallazgos del segundo experimento con los obtenidos en otros trabajos, ya que son pocos los estudios que evalúan a través de la dinamometría manual el impacto de un programa mixto de ejercicio sobre la FM (Tablas 1 y 2).

Con independencia del método empleado para la evaluación de la FM, no podemos perder de vista que dicha cualidad en niños y adolescentes puede verse incrementada por la propia maduración. En este sentido, varios estudios han reportado mejoras en la FM tanto en el GC como en el grupo al que se le administró un programa de EFM, combinado o no con la modalidad aeróbica (Yu et al., 2005; Yu et al., 2008), no obstante sus autores concluyeron que los incrementos en esta cualidad fueron significativamente mayores en el grupo intervención. Desgraciadamente el diseño de nuestros dos experimentos nos imposibilita estratificar el efecto independiente del programa de ejercicio frente a los cambios madurativos.

Por otra parte y aunque en ambos experimentos no se evaluó la FM de los MMSS, los resultados del primer estudio comparativamente con el segundo, muestran un mayor impacto sobre dicha cualidad. Ello podría deberse al principio de especificidad del entrenamiento, que establece que las adaptaciones al entrenamiento son específicas para los músculos entrenados, la intensidad y las demandas metabólicas del ejercicio realizado (Hoffman, 2014). Así, el incremento en la fuerza de los MMII reportado en el primer

experimento podría atribuirse fundamentalmente a la realización de los saltos verticales y en tijera (actividad aeróbica intercalada entre los EFM), puesto que ambos ejercicios inciden directamente sobre el rendimiento de la musculatura extensora del tren inferior evaluada a través de la batería de saltos de Bosco. De igual manera la mejoría observada en la fuerza resistencia de la musculatura abdominal, podría atribuirse a la realización de abdominales, EFM incluido en el programa de ejercicio diseñado por Lisón et al. (2012). Por el contrario, ninguno de los EFM incluidos en el protocolo de ejercicio, incide directamente sobre la musculatura prensil involucrada en la ejecución del test de dinamometría manual empleado en la segunda intervención para evaluar la FM de los MMSS. Así pues y en el mejor de los casos, la realización del curl de bíceps y de las flexiones verticales, podrían haber influido ligeramente sobre dicha musculatura. Además del impacto de este principio del entrenamiento, no debemos perder de vista la influencia que sobre la ganancia de FM pueden ejercer las diferencias entre ambas intervenciones en cuanto al volumen e intensidad, ya descritas en la sección anterior de esta discusión.

En cualquier caso tanto los incrementos significativos de FM reportados en el primer estudio, como la tendencia a la mejora de dicha cualidad observada en el segundo, estarían relacionados con el ya referido aumento de la masa magra, y que además según la evidencia científica actual podrían asociarse con una menor adiposidad abdominal (Brunet, Chaput, & Tremblay, 2007).

### ***Adherencia al programa (cumplimiento).***

Los resultados de la primera investigación, en contraste con la segunda, muestran un mayor impacto sobre la CF y la CC, que con independencia de los métodos empleados para su evaluación, pone de manifiesto la influencia que sobre las principales variables de estudio han ejercido las diferencias entre ambas intervenciones en términos de duración (6 versus 3 meses) y de adherencia al programa. Así, el cumplimiento global de los participantes en el primer experimento, pese a que se situó por debajo de los niveles recomendados (2.1 versus 3 sesiones semanales), fue superior al reportado en el segundo estudio (FI  $1.2 \pm 1.6$ ; PW  $1.3 \pm 2$  y PWA  $1.1 \pm 1.5$  sesiones semanales).

Contrariamente a nuestras expectativas, la implementación del programa de ejercicio físico mixto a través de la plataforma web (PW) y del envío semanal de correos electrónicos (PWA) frente al formato impreso (FI), no ha supuesto mejoría alguna sobre la adherencia al programa dado que las tasas de asistencia reportadas en el segundo estudio fueron



similares entre los distintos grupos de intervención. Este hecho no es novedoso, pues aunque las intervenciones de ejercicio físico implementadas a través de las TIC son más atractivas para niños y adolescentes que aquellas basadas en el formato impreso tradicional, su éxito puede disminuir con el paso del tiempo pese al envío de mensajes por correo electrónico de carácter motivacional y recordatorio (Chen, Weiss, Heyman, Cooper, & Lustig, 2011; Foley & Maddison, 2010; Sallis, 2011).

En consonancia con el similar cumplimiento reportado en las distintas condiciones, en la segunda intervención tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las distintas condiciones en las principales variables estudiadas (CC y CF). Pese a ello, la plataforma web frente al formato impreso tradicional se muestra superior en varios aspectos. Primero porque a través de un formato más atractivo y acorde con el interés que las TIC suscita en la población pediátrica, se han mantenido algunas de las ventajas propias de una intervención domiciliaria, ya descritas en un estudio previo (Lisón et al., 2012).

En segundo lugar porque los sujetos han podido acceder a través de la plataforma web al protocolo de ejercicio, sin ser imprescindible que estén en sus domicilios, por lo que se ha mejorado aún más si cabe la accesibilidad a la intervención. Además la plataforma web, a diferencia del formato impreso, permitiría administrar nuestro protocolo de ejercicio a un gran número de sujetos de diferentes localizaciones geográficas a un coste económico y humano asequible (Lewis, Williams, Neighbors, Jakicic, & Marcus, 2010; Marcus, Nigg, Riebe, & Forsyth, 2000; Rydell et al., 2005). Cualidades de suma importancia, ante la actual tasa de obesidad infantil y ante el hecho de que el 78.7% de los hogares españoles tienen acceso a la Red, según los últimos datos proporcionados por el INE (2015).

En tercer lugar la utilización de la plataforma web *Move It* nos ha permitido explicar parcialmente los resultados obtenidos en las condiciones PW y PWA, ya que gracias a ella se ha registrado el tiempo por sesión y el número de sesiones realizadas, evaluando así de forma objetiva el cumplimiento de aquellos niños y adolescentes que accedieron a la intervención a través de *Move It*. Por el contrario, el cumplimiento de los sujetos pertenecientes al grupo de intervención basado en el formato impreso tiene una validez y fiabilidad limitadas, ya que esta variable ha sido extraída a partir de unos auto-informes que normalmente en sujetos obesos tienden a estar sobreestimados, y además, pueden estar enmascarados por sesgos de memoria (Collins, Kashdan, & Gollnisch, 2003; Lichtman et al., 1992).

Por otra parte, el envío de mensajes (motivacionales y recordatorios) por correo electrónico (PWA) a lo largo de la segunda intervención, pese a que a priori incrementa la motivación de los participantes (Brug, Campbell, & van Assema, 1999), no ha supuesto impacto alguno en el grado de cumplimiento y en consecuencia no se aprecian diferencias significativas entre esta condición y las demás. Sin embargo, y a diferencia del FI y de la PW, la PWA ha posibilitado al personal investigador por un lado contactar con los participantes a un coste más bajo que aquellas intervenciones que lo hacen por teléfono o en persona (Meenan et al., 2009), y por otro, tener un mayor control sobre los sujetos participantes. En este sentido y en el ámbito clínico, la PWA permitiría a los pediatras proporcionar a sus pacientes una atención personalizada a un coste asequible (Gilmore, Duhe, Frost, & Redman, 2014; Marcus et al., 2007) y a través de una herramienta que al incorporar las TIC tiene un atractivo mayor para niños y adolescentes (Baños, Cebolla, Oliver, Alcañiz, & Botella, 2013; Silk et al., 2008).

Por otra parte, se sabe que la cantidad de interacción con la página web es proporcional al éxito de la intervención, pues mantiene el compromiso de los participantes y evita que la plataforma web se convierta en una herramienta pasiva. Por lo que en futuros estudios se debería utilizar una versión mejorada de *Move It* que permitiera una interacción constante y a tiempo real entre sujetos y personal investigador (van den Berg et al., 2007). Sin embargo, todavía no se han identificado por completo las características que determinan la sostenibilidad de las intervenciones de salud basadas en la Web o *e-health interventions* (Baranowski, Baranowski, Thompson, & Buday, 2011; Krukowski, West, & Harvey-Berino, 2009; McKay, King, Eakin, Seeley, & Glasgow, 2001; Tate, Wing, & Winett, 2001).

### ***Limitaciones.***

Como todo trabajo experimental, los estudios que integran la presente tesis están sujetos a posibles limitaciones que deberían tenerse en consideración. En primer lugar, aunque los resultados positivos sobre la CC se reafirman por los obtenidos por estos mismos autores en un ECA previo (Lisón et al., 2012), la ausencia de un GC en el primer experimento no debe perderse de vista al analizar los resultados relativos a la CF. No obstante, parece razonable asumir que las mejoras encontradas tanto en la condición cardiorrespiratoria como en la muscular, están relacionadas con el remodelado saludable de las masas grasa y magra.

Por otra parte, el diseño de ambos estudios no nos permitió estratificar el efecto independiente del ejercicio físico frente a la dieta. Además, no hubo registros dietéticos diarios del consumo pese a que el seguimiento de la dieta se evaluó durante las visitas regulares al hospital. Por lo tanto, no se puede descartar la posibilidad de que algunos sujetos puedan haber aumentado o disminuido la ingesta alimentaria, lo que habría confundido los efectos del programa de ejercicio.

Por otra parte, en ninguno de los dos experimentos se monitorizó de forma individualizada la intensidad ni la cantidad de ejercicio físico realizado, lo que hubiera podido fortalecer los resultados. No obstante, las mejoras reportadas en la CC y en la CF en el primer experimento son acordes con un cumplimiento satisfactorio del programa. Sin embargo no debemos de perder de vista que el número de veces que los participantes realizaron el programa tanto en el primer experimento como en la condición basada en el formato impreso en el segundo, se ha extraído de auto-informes que normalmente en personas obesas tienden a estar sobreestimados ([Lichtman et al., 1992](#)), por lo que el cumplimiento de dichos participantes pudo haber sido menor.

Por último, aunque ambas intervenciones, y en especial la primera ha demostrado ser eficaz en términos de CF y de CC a corto plazo, sería conveniente realizar seguimientos a largo plazo que posibiliten asegurar el éxito del enfoque terapéutico. Las limitaciones de tiempo de ambos estudios no nos permitieron determinar si el incremento en los niveles de actividad física se mantuvo en el tiempo. Sin embargo los programas que aúnan ambas modalidades de ejercicio físico (EA plus EFM), debido a su naturaleza, permiten diversificar los ejercicios a realizar con el fin de mantener la motivación de niños y adolescentes, y en consecuencia tienden a ser más eficaces ya que los beneficios se mantienen a largo plazo ([Lazzer et al., 2005](#)).



## **V. CONCLUSIONES**

---



## 5. CONCLUSIONES.

1ª) Un programa domiciliario de ejercicio físico mixto administrado en formato tradicional impreso durante 6 meses en combinación con la dieta mediterránea mejora la composición corporal, la condición cardiorrespiratoria y la fuerza muscular de niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

2ª) La implementación de un programa de ejercicio físico mixto de 3 meses de duración a través de la plataforma web *Move It* con o sin apoyo, no ha aumentado la adherencia al tratamiento en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad.

3ª) La implementación de un programa de ejercicio físico mixto de 3 meses de duración a través de la plataforma web *Move It* con o sin apoyo en combinación con dieta mediterránea, reporta beneficios similares en la composición corporal respecto a un programa domiciliario de 6 meses de duración en formato tradicional impreso.

4ª) La implementación de un programa de ejercicio físico mixto de 3 meses de duración a través de la plataforma web *Move It* con o sin apoyo en combinación con dieta mediterránea, reduce significativamente la presión arterial sistólica y diastólica en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad normotensos.





## **VI. AGRADECIMIENTOS**

---



## 6. AGRADECIMIENTOS.

A mis padres, M<sup>a</sup> Pilar y Jorge (*in memoriam*), pues ellos han cultivado en mi la capacidad de sacrificio y otros valores que me han permitido afrontar con éxito las adversidades de la vida. Gracias por vuestra confianza y por haberme apoyado en todos mis proyectos.

A mi mujer, Rosa, que sin duda es quién más ha sufrido las consecuencias de este trabajo de investigación, ofreciéndome siempre de forma incondicional su apoyo, comprensión y amor. Gracias por darlo todo y no pedir nada a cambio. A mi hija Alejandra pues ella ha colmado estos últimos meses de buenos momentos.

A mis directores, Juan Francisco y Empar, por su apoyo, humildad y capacidad para guiar mis ideas. Para mi ha sido un verdadero placer y orgullo trabajar con vosotros pues soís unas grandísimas personas tanto en el plano personal como en el profesional.

Por último quiero agradecer a Maribel, Julio, Jaime, Ausiàs y Patricia todo lo que me habeis enseñado, sin vuestra inestimable colaboración nunca hubiera visto la luz este proyecto.



## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---



## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Abu Hanifah, R., Mohamed, M. N., Jaafar, Z., Mohsein, N. A., Jalaludin, M. Y., Majid, H. A., Su, T. T. (2013). The correlates of body composition with heart rate recovery after step test: An exploratory study of malaysian adolescents. *PloS One*, 8(12), e82893. doi:10.1371/journal.pone.0082893 [doi]
- Aggoun, Y., Farpour-Lambert, N. J., Marchand, L. M., Golay, E., Maggio, A. B., & Beghetti, M. (2008). Impaired endothelial and smooth muscle functions and arterial stiffness appear before puberty in obese children and are associated with elevated ambulatory blood pressure. *European Heart Journal*, 29(6), 792-799. doi:10.1093/eurheartj/ehm633 [doi]
- Alberga, A. S., Sigal, R. J., & Kenny, G. P. (2011). A review of resistance exercise training in obese adolescents. *The Physician and Sportsmedicine*, 39(2), 50-63. doi:10.3810/psm.2011.05.1895 [doi]
- American College of Sports Medicine (ACSM). (2000). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. (6th ed.). Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins.
- Andreacci, J. L., Robertson, R. J., Dube, J. J., Aaron, D. J., Dixon, C. B., & Arslanian, S. A. (2005). Comparison of maximal oxygen consumption between obese black and white adolescents. *Pediatric Research*, 58(3), 478-482. doi:58/3/478 [pii]
- Amstrong, L., Whaley, M., Brubaker, P., & Otto, R. (2005). American college of sport medicine. *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 7.
- Armstrong, N. (1997). *Young people and physical activity* Oxford University Press, USA.
- Armstrong, N., Tomkinson, G., & Ekelund, U. (2011). Aerobic fitness and its relationship to sport, exercise training and habitual physical activity during youth. *British Journal of Sports Medicine*, 45(11), 849-858. doi:10.1136/bjsports-2011-090200 [doi]

- Armstrong, N., Welsman, J., & Winsley, R. (1996). Is peak VO<sub>2</sub> a maximal index of children's aerobic fitness? *International Journal of Sports Medicine*, *17*(5), 356-359. doi:10.1055/s-2007-972860 [doi]
- Asplund, C. A., O'Connor, F. G., & Noakes, T. D. (2011). Exercise-associated collapse: An evidence-based review and primer for clinicians. *British Journal of Sports Medicine*, *45*(14), 1157-1162. doi:10.1136/bjsports-2011-090378 [doi]
- Baker, J. L., Olsen, L. W., & Sorensen, T. I. (2007). Childhood body-mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood. *The New England Journal of Medicine*, *357*(23), 2329-2337. doi:357/23/2329 [pii]
- Baños, R. M., Cebolla, A., Oliver, E., Alcañiz, M., & Botella, C. (2013). Efficacy and acceptability of an internet platform to improve the learning of nutritional knowledge in children: The ETIOBE mates. *Health Education Research*, *28*(2), 234-248. doi:10.1093/her/cys044 [doi]
- Baños, R. M., Mensorio, M. S., Cebolla, A., Rodilla, E., Palomar, G., Lisón, J., & Botella, C. (2015). An internet-based self-administered intervention for promoting healthy habits and weight loss in hypertensive people who are overweight or obese: A randomized controlled trial. *BMC Cardiovascular Disorders*, *15*(1), 1.
- Baranowski, T., Baranowski, J., Thompson, D., & Buday, R. (2011). Behavioral science in video games for children's diet and physical activity change: Key research needs. *Journal of Diabetes Science and Technology*, *5*(2), 229-233.
- Baranowski, T., & Simons-Morton, B. G. (1991). Dietary and physical activity assessment in school-aged children: Measurement issues. *The Journal of School Health*, *61*(5), 195-197.



- Bautista-Castaño, I., Sangil-Monroy, M., Serra-Majem, L., & Comité de Nutrición y Obesidad Infantil de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. (2004). Knowledge and gaps on the role of nutrition and physical activity on the onset of childhood obesity. [Conocimientos y lagunas sobre la implicación de la nutrición y la actividad física en el desarrollo de la obesidad infantil y juvenil] *Medicina Clínica*, 123(20), 782-793. doi:13069814 [pii]
- Becque, M. D., Katch, V. L., Rocchini, A. P., Marks, C. R., & Moorehead, C. (1988). Coronary risk incidence of obese adolescents: Reduction by exercise plus diet intervention. *Pediatrics*, 81(5), 605-612.
- Behringer, M., Vom Heede, A., Yue, Z., & Mester, J. (2010). Effects of resistance training in children and adolescents: A meta-analysis. *Pediatrics*, 126(5), e1199-210. doi:10.1542/peds.2010-0445 [doi]
- Benson, A. C., Torode, M. E., & Fiatarone Singh, M. A. (2008). The effect of high-intensity progressive resistance training on adiposity in children: A randomized controlled trial. *International Journal of Obesity (2005)*, 32(6), 1016-1027. doi:10.1038/ijo.2008.5 [doi]
- Benson, A. C., Torode, M. E., & Singh, M. A. (2006). Muscular strength and cardiorespiratory fitness is associated with higher insulin sensitivity in children and adolescents. *International Journal of Pediatric Obesity : IJPO : An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 1(4), 222-231.
- Bernhardt, D. T., Gómez, J., Johnson, M. D., Martin, T. J., Rowland, T. W., Small, E., Committee on Sports Medicine and Fitness. (2001). Strength training by children and adolescents. *Pediatrics*, 107(6), 1470-1472.

- Biddle, S. J., Braithwaite, R., & Pearson, N. (2014). The effectiveness of interventions to increase physical activity among young girls: A meta-analysis. *Preventive Medicine*, *62*, 119-131. doi:10.1016/j.ypmed.2014.02.009 [doi]
- Blaak, E. E., Westerterp, K. R., Bar-Or, O., Wouters, L. J., & Saris, W. H. (1992). Total energy expenditure and spontaneous activity in relation to training in obese boys. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *55*(4), 777-782.
- Blair, S. N., Kohl, H. W., 3rd, Paffenbarger, R. S., Jr, Clark, D. G., Cooper, K. H., & Gibbons, L. W. (1989). Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. *Jama*, *262*(17), 2395-2401.
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Paidotribo.
- Bouchard, C. E., Shephard, R. J., & Stephens, T. E. (1994). Physical activity, fitness, and health: International proceedings and consensus statement. *International Consensus Symposium on Physical Activity, Fitness, and Health, 2nd, may, 1992, Toronto, ON, Canada*. Human kinetics Publisher.
- Bovet, P., Auguste, R., & Burdette, H. (2007). Strong inverse association between physical fitness and overweight in adolescents: A large school-based survey. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *4*, 24. doi:1479-5868-4-24 [pii]
- Brambilla, P., Pozzobon, G., & Pietrobelli, A. (2011). Physical activity as the main therapeutic tool for metabolic syndrome in childhood. *International Journal of Obesity (2005)*, *35*(1), 16-28. doi:10.1038/ijo.2010.255 [doi]
- Brug, J., Campbell, M., & van Assema, P. (1999). The application and impact of computer-generated personalized nutrition education: A review of the literature. *Patient Education and Counseling*, *36*(2), 145-156. doi:S0738-3991(98)00131-1 [pii]

- Brunet, M., Chaput, J. P., & Tremblay, A. (2007). The association between low physical fitness and high body mass index or waist circumference is increasing with age in children: The 'quebec en forme' project. *International Journal of Obesity (2005)*, 31(4), 637-643. doi:0803448 [pii]
- Buchheit, M., Millet, G. P., Parisy, A., Pourchez, S., Laursen, P. B., & Ahmaidi, S. (2008). Supramaximal training and postexercise parasympathetic reactivation in adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(2), 362-371. doi:10.1249/mss.0b013e31815aa2ee [doi]
- Burke, V., Beilin, L. J., Durkin, K., Stritzke, W. G., Houghton, S., & Cameron, C. A. (2006). Television, computer use, physical activity, diet and fatness in australian adolescents. *International Journal of Pediatric Obesity : IJPO : An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 1(4), 248-255.
- Cali, A. M., & Caprio, S. (2009). Ectopic fat deposition and the metabolic syndrome in obese children and adolescents. *Hormone Research*, 71 Suppl 1, 2-7. doi:10.1159/000178028 [doi]
- Carnethon, M. R., Gidding, S. S., Nehgme, R., Sidney, S., Jacobs, D. R., Jr, & Liu, K. (2003). Cardiorespiratory fitness in young adulthood and the development of cardiovascular disease risk factors. *JAMA : The Journal of the American Medical Association*, 290(23), 3092-3100. doi:10.1001/jama.290.23.3092 [doi]
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports (Washington, D.C.: 1974)*, 100(2), 126-131.

- Garzón, M. J., Porcel, F. B., & Ruiz, J. (2005). Improvement of physical fitness as anti-aging intervention. [Mejora de la forma física como terapia anti-vejecimiento] *Medicina Clínica*, 124(4), 146-155. doi:13071011 [pii]
- Castillo-Garzón, M. J., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., & Gutiérrez, A. (2006). Anti-aging therapy through fitness enhancement. *Clinical Interventions in Aging*, 1(3), 213-220.
- Chen, J. L., Weiss, S., Heyman, M. B., Cooper, B., & Lustig, R. H. (2011). The efficacy of the web-based childhood obesity prevention program in Chinese American adolescents (web ABC study). *The Journal of Adolescent Health : Official Publication of the Society for Adolescent Medicine*, 49(2), 148-154. doi:10.1016/j.jadohealth.2010.11.243 [doi]
- Cheuvront, S. N., Kenefick, R. W., Montain, S. J., & Sawka, M. N. (2010). Mechanisms of aerobic performance impairment with heat stress and dehydration. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 109(6), 1989-1995. doi:10.1152/jappphysiol.00367.2010 [doi]
- Christison, A., & Khan, H. A. (2012). Exergaming for health: A community-based pediatric weight management program using active video gaming. *Clinical Pediatrics*, 51(4), 382-388. doi:10.1177/0009922811429480 [doi]
- Chueca, M., Azcona, C., & Oyarzabal, M. (2002). Childhood obesity. [Obesidad infantil] *Anales Del Sistema Sanitario De Navarra*, 25 Suppl 1, 127-141.
- Clerke, A. M., Clerke, J. P., & Adams, R. D. (2005). Effects of hand shape on maximal isometric grip strength and its reliability in teenagers. *Journal of Hand Therapy : Official Journal of the American Society of Hand Therapists*, 18(1), 19-29. doi:S0894113004002728 [pii]

- Cole, C. R., Blackstone, E. H., Pashkow, F. J., Snader, C. E., & Lauer, M. S. (1999). Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *The New England Journal of Medicine*, *341*(18), 1351-1357. doi:10.1056/NEJM199910283411804 [doi]
- Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., & Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: International survey. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, *320*(7244), 1240-1243.
- Collins, R. L., Kashdan, T. B., & Gollnisch, G. (2003). The feasibility of using cellular phones to collect ecological momentary assessment data: Application to alcohol consumption. *Experimental and clinical psychopharmacology*, *11*(1), 73-78.
- Conwell, L. S., Trost, S. G., Spence, L., Brown, W. J., & Batch, J. A. (2010). The feasibility of a home-based moderate-intensity physical activity intervention in obese children and adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, *44*(4), 250-255. doi:10.1136/bjism.2008.046359 [doi]
- Serra, J. D., Franch, M. A., López, L. G., Costa, C. M., Salinas, C. S., & Cortina, L. S. (2007, March). Obesidad infantil. Recomendaciones del comité de nutrición de la asociación española de pediatría. Parte II. Diagnóstico. Comorbilidades. Tratamiento. In *Anales de Pediatría* (Vol. 66, No. 3, pp. 294-304). Elsevier Doyma.
- Damaso, A. R., da Silveira Campos, R. M., Caranti, D. A., de Piano, A., Fisberg, M., Foschini, D., de Mello, M. T. (2014). Aerobic plus resistance training was more effective in improving the visceral adiposity, metabolic profile and inflammatory markers than aerobic training in obese adolescents. *Journal of Sports Sciences*, *32*(15), 1435-1445. doi:10.1080/02640414.2014.900692 [doi]

- Dangardt, F., Volkmann, R., Chen, Y., Osika, W., Marild, S., & Friberg, P. (2011). Reduced cardiac vagal activity in obese children and adolescents. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 31(2), 108-113. doi:10.1111/j.1475-097X.2010.00985.x [doi]
- Daniels, S. R., Arnett, D. K., Eckel, R. H., Gidding, S. S., Hayman, L. L., Kumanyika, S., Williams, C. L. (2005). Overweight in children and adolescents: Pathophysiology, consequences, prevention, and treatment. *Circulation*, 111(15), 1999-2012. doi:111/15/1999 [pii]
- Davis, J. N., Gyllenhammer, L. E., Vanni, A. A., Meija, M., Tung, A., Schroeder, E. T., Goran, M. I. (2011). Startup circuit training program reduces metabolic risk in latino adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(11), 2195-2203. doi:10.1249/MSS.0b013e31821f5d4e [doi]
- Davis, J. N., Tung, A., Chak, S. S., Ventura, E. E., Byrd-Williams, C. E., Alexander, K. E., Goran, M. I. (2009). Aerobic and strength training reduces adiposity in overweight latina adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(7), 1494-1503. doi:10.1249/MSS.0b013e31819b6aea [doi]
- de la Reina Montero, Leopoldo, & de Haro, V. M. (2003). *Manual de teoría y práctica del acondicionamiento físico* CV Ciencias del Deporte.
- de Mello, M. T., de Piano, A., Carnier, J., Sanches Pde, L., Correa, F. A., Tock, L., Damaso, A. R. (2011). Long-term effects of aerobic plus resistance training on the metabolic syndrome and adiponectinemia in obese adolescents. *Journal of Clinical Hypertension (Greenwich, Conn.)*, 13(5), 343-350. doi:10.1111/j.1751-7176.2010.00388.x [doi]

- Deforche, B., De Bourdeaudhuij, I., Tanghe, A., Hills, A. P., & De Bode, P. (2004). Changes in physical activity and psychosocial determinants of physical activity in children and adolescents treated for obesity. *Patient Education and Counseling*, 55(3), 407-415. doi:S0738-3991(04)00286-1 [pii]
- Deforche, B., Lefevre, J., De Bourdeaudhuij, I., Hills, A. P., Duquet, W., & Bouckaert, J. (2003). Physical fitness and physical activity in obese and nonobese Flemish youth. *Obesity Research*, 11(3), 434-441. doi:10.1038/oby.2003.59 [doi]
- Dencker, M., Thorsson, O., Karlsson, M. K., Linden, C., Svensson, J., Wollmer, P., & Andersen, L. B. (2006). Daily physical activity and its relation to aerobic fitness in children aged 8-11 years. *European Journal of Applied Physiology*, 96(5), 587-592. doi:10.1007/s00421-005-0117-1 [doi]
- Díaz, C. (2014). In ET AL. (Ed.), *Obesidad infantil: Nuevos hábitos alimentarios y nuevos riesgos para la salud. en: Alimentación, consumo y salud*. Barcelona: Fundación La Caixa.
- Dipla, K., Nassis, G. P., & Vrabas, I. S. (2012). Blood pressure control at rest and during exercise in obese children and adults. *Journal of Obesity*, 2012
- Dobbins, M., DeCorby, K., Robeson, P., Husson, H., & Tirilis, D. (2009). School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6-18. *The Cochrane Library*,
- DuBose, K. D., Mayo, M. S., Gibson, C. A., Green, J. L., Hill, J. O., Jacobsen, D. J., Donnelly, J. E. (2008). Physical activity across the curriculum (PAAC): Rationale and design. *Contemporary Clinical Trials*, 29(1), 83-93. doi:S1551-7144(07)00078-X [pii]

- Dulloo, A. G., & Jacquet, J. (1998). Adaptive reduction in basal metabolic rate in response to food deprivation in humans: A role for feedback signals from fat stores. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 68(3), 599-606.
- Eisenmann, J. C. (2007). Aerobic fitness, fatness and the metabolic syndrome in children and adolescents. *Acta Paediatrica (Oslo, Norway : 1992)*, 96(12), 1723-1729. doi:APA534 [pii]
- Eliakim, A., Kaven, G., Berger, I., Friedland, O., Wolach, B., & Nemet, D. (2002). The effect of a combined intervention on body mass index and fitness in obese children and adolescents - a clinical experience. *European Journal of Pediatrics*, 161(8), 449-454. doi:10.1007/s00431-002-0980-2 [doi]
- Elloumi, M., Ben Ounis, O., Makni, E., Van Praagh, E., Tabka, Z., & Lac, G. (2009). Effect of individualized weight-loss programmes on adiponectin, leptin and resistin levels in obese adolescent boys. *Acta Paediatrica (Oslo, Norway : 1992)*, 98(9), 1487-1493. doi:10.1111/j.1651-2227.2009.01365.x [doi]
- Epstein, L. H., Valoski, A., Wing, R. R., & McCurley, J. (1994). Ten-year outcomes of behavioral family-based treatment for childhood obesity. *Health Psychology*, 13(5), 373.
- Epstein, L. H., Wing, R. R., Koeske, R., Ossip, D., & Beck, S. (1982). A comparison of lifestyle change and programmed aerobic exercise on weight and fitness changes in obese children. *Behavior Therapy*, 13(5), 651-665.
- Epstein, L. H., & Goldfield, G. S. (1999). Physical activity in the treatment of childhood overweight and obesity: Current evidence and research issues. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(11 Suppl), S553-9.



- Epstein, L. H., Valoski, A. M., Vara, L. S., McCurley, J., Wisniewski, L., Kalarchian, M. A., Shrager, L. R. (1995). Effects of decreasing sedentary behavior and increasing activity on weight change in obese children. *Health Psychology : Official Journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association, 14*(2), 109-115.
- Epstein, L. H., Wing, R. R., Koeske, R., & Valoski, A. (1984). Effects of diet plus exercise on weight change in parents and children. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 52*(3), 429-437.
- Epstein, L. H., Wing, R. R., Penner, B. C., & Kress, M. J. (1985). Effect of diet and controlled exercise on weight loss in obese children. *The Journal of Pediatrics, 107*(3), 358-361.
- Epstein, L. H., Wing, R. R., Koeske, R., & Valoski, A. (1985a). A comparison of lifestyle exercise, aerobic exercise, and calisthenics on weight loss in obese children. *Behavior Therapy, 16*(4), 345-356.
- Epstein, L. H., Wing, R. R., Koeske, R., & Valoski, A. (1985b). A comparison of lifestyle exercise, aerobic exercise, and calisthenics on weight loss in obese children. *Behavior Therapy, 16*(4), 345-356.
- Farpour-Lambert, N. J., Aggoun, Y., Marchand, L. M., Martin, X. E., Herrmann, F. R., & Beghetti, M. (2009). Physical activity reduces systemic blood pressure and improves early markers of atherosclerosis in pre-pubertal obese children. *Journal of the American College of Cardiology, 54*(25), 2396-2406.
- Farrell, S. W., Braun, L., Barlow, C. E., Cheng, Y. J., & Blair, S. N. (2002). The relation of body mass index, cardiorespiratory fitness, and all-cause mortality in women. *Obesity Research, 10*(6), 417-423.

- Ferguson, M. A., Gutin, B., Le, N. A., Karp, W., Litaker, M., Humphries, M., Owens, S. (1999). Effects of exercise training and its cessation on components of the insulin resistance syndrome in obese children. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 23(8), 889-895.
- Ferguson, M. A., Gutin, B., Owens, S., Barbeau, P., Tracy, R. P., & Litaker, M. (1999). Effects of physical training and its cessation on the hemostatic system of obese children. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(6), 1130-1134.
- Foley, L., & Maddison, R. (2010). Use of active video games to increase physical activity in children: A (virtual) reality? *Pediatric Exercise Science*, 22(1), 7-20.
- Franco, R. L., Privett, S. H., Bowen, M. K., Acevedo, E. O., Arrowood, J. A., Wickham, E. P., & Evans, R. K. (2015). Sympathetic activity assessed during exercise recovery in young obese females. *The Journal of Pediatrics*,
- García-Artero, E., Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Mesa, J. L., Delgado, M., González-Gross, M., Castillo, M. J. (2007). Lipid and metabolic profiles in adolescents are affected more by physical fitness than physical activity (AVENA study). [El perfil lipidico-metabolico en los adolescentes esta mas influido por la condicion fisica que por la actividad fisica (estudio AVENA)] *Revista Española De Cardiología*, 60(6), 581-588.
- Gascón, F., Valle, M., Martos, R., Zafra, M., Morales, R., & Castaño, M. A. (2004). Childhood obesity and hormonal abnormalities associated with cancer risk. *European Journal of Cancer Prevention : The Official Journal of the European Cancer Prevention Organisation (ECP)*, 13(3), 193-197.

- Gilmore, L. A., Duhe, A. F., Frost, E. A., & Redman, L. M. (2014). The technology boom: A new era in obesity management. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 8(3), 596-608.
- González-Gross, M., Castillo, M. J., Moreno, L., Nova, E., González-Lamuno, D., Pérez-Llamas, F., Marcos, A. (2003). Feeding and assessment of nutritional status of spanish adolescents (AVENA study). evaluation of risks and interventional proposal. I.methodology. [Alimentacion y valoracion del estado nutricional de los adolescentes espanoles (estudio AVENA). Evaluacion de riesgos y propuesta de intervencion. I. descripcion metodologica del proyecto] *Nutrición Hospitalaria*, 18(1), 15-28.
- Goran, M., Fields, D. A., Hunter, G. R., Herd, S. L., & Weinsier, R. L. (2000). Total body fat does not influence maximal aerobic capacity. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 24(7), 841-848.
- Goran, M. I., Ball, G. D., & Cruz, M. L. (2003). Obesity and risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease in children and adolescents. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 88(4), 1417-1427.
- Goran, M. I., Reynolds, K. D., & Lindquist, C. H. (1999). Role of physical activity in the prevention of obesity in children. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 23 Suppl 3, S18-33.
- Guixeres, J., Redon, P., Saiz, J., Álvarez, J., Torró, M. I., Cantero, L., & Lurbe, E. (2014). Entrenamiento cardiovascular en la juventud: asociación con obesidad y anomalías metabólicas. *Nutrición Hospitalaria*, 29(6), 1290-1297.

- Gutin, B., Barbeau, P., Owens, S., Lemmon, C. R., Bauman, M., Allison, J., Litaker, M. S. (2002a). Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obese adolescents. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 75(5), 818-826.
- Gutin, B., Barbeau, P., Owens, S., Lemmon, C. R., Bauman, M., Allison, J., Litaker, M. S. (2002b). Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obese adolescents. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 75(5), 818-826.
- Gutin, B., Cucuzzo, N., Islam, S., Smith, C., Moffatt, R., & Pargman, D. (1995). Physical training improves body composition of black obese 7- to 11-year-old girls. *Obesity Research*, 3(4), 305-312.
- Gutin, B., Johnson, M. H., Humphries, M. C., Hatfield-Laube, J. L., Kapuku, G. K., Allison, J. D., Barbeau, P. (2007). Relationship of visceral adiposity to cardiovascular disease risk factors in black and white teens. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 15(4), 1029-1035.
- Gutin, B., Owens, S., Slavens, G., Riggs, S., & Treiber, F. (1997). Effect of physical training on heart-period variability in obese children. *The Journal of Pediatrics*, 130(6), 938-943.
- Gutin, B., Ramsey, L., Barbeau, P., Cannady, W., Ferguson, M., Litaker, M., & Owens, S. (1999). Plasma leptin concentrations in obese children: Changes during 4-mo periods with and without physical training. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(3), 388-394.
- Gutin, B., Yin, Z., Humphries, M. C., & Barbeau, P. (2005). Relations of moderate and vigorous physical activity to fitness and fatness in adolescents. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(4), 746-750.

- Hagstromer, M., Elmberg, K., Marild, S., & Sjostrom, M. (2009). Participation in organized weekly physical exercise in obese adolescents reduced daily physical activity. *Acta Paediatrica (Oslo, Norway : 1992)*, 98(2), 352-354.
- Haugen, H. A., Chan, L. N., & Li, F. (2007). Indirect calorimetry: A practical guide for clinicians. *Nutrition in Clinical Practice : Official Publication of the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition*, 22(4), 377-388. doi:22/4/377 [pii]
- Hayashi, T., Fujino, M., Shindo, M., Hiroki, T., & Arakawa, K. (1987). Echocardiographic and electrocardiographic measures in obese children after an exercise program. *International Journal of Obesity*, 11(5), 465-472.
- Henes, S. T., Johnson, A., Toner, M., Mamaril, K., Kelkar, M., Xiao, Y., & Warren, G. L. (2015). Assessing resting metabolic rate in overweight and obese adolescents with a portable indirect calorimeter: A pilot study for validation and reliability. *Nutrition in Clinical Practice : Official Publication of the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition*, doi:0884533615603966 [pii]
- Hills, A. P., & Parker, A. W. (1988). Obesity management via diet and exercise intervention. *Child: Care, Health and Development*, 14(6), 409-416.
- Ho, M., Garnett, S. P., Baur, L. A., Burrows, T., Stewart, L., Neve, M., & Collins, C. (2013). Impact of dietary and exercise interventions on weight change and metabolic outcomes in obese children and adolescents: A systematic review and meta-analysis of randomized trials. *JAMA Pediatrics*, 167(8), 759-768.
- Hoffman, J. (2014). *Physiological aspects of sport training and performance* Human Kinetics.
- Humphries, M. C., Gutin, B., Barbeau, P., Vemulapalli, S., Allison, J., & Owens, S. (2002). Relations of adiposity and effects of training on the left ventricle in obese youths. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(9), 1428-1435.

- Hussey, J., Bell, C., Bennett, K., O'Dwyer, J., & Gormley, J. (2007). Relationship between the intensity of physical activity, inactivity, cardiorespiratory fitness and body composition in 7-10-year-old dublin children. *British Journal of Sports Medicine*, 41(5), 311-316.
- Instituto Nacional de Estadística [INE]. (2015). *Encuesta sobre equipamiento y uso de tecnologías de información y comunicación en los hogares (TIC- H)*. Madrid: Autor. Recuperado de <http://www.ine.es/prensa/np933.pdf>
- Jackson, D. M., Djafarian, K., Stewart, J., & Speakman, J. R. (2009). Increased television viewing is associated with elevated body fatness but not with lower total energy expenditure in children. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 89(4), 1031-1036.
- Janssen, I., Craig, W. M., Boyce, W. F., & Pickett, W. (2004). Associations between overweight and obesity with bullying behaviors in school-aged children. *Pediatrics*, 113(5), 1187-1194.
- Kautza, B. C., Kastello, G. M., & Sothmann, M. S. (2004). Validation of MedGraphics' VO2000 Portable Metabolic Analyzer and a modified pneumotachometer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(5), S222.
- Kelishadi, R., Hashemipour, M., Mohammadifard, N., Alikhassy, H., & Adeli, K. (2008). Short- and long-term relationships of serum ghrelin with changes in body composition and the metabolic syndrome in prepubescent obese children following two different weight loss programmes. *Clinical Endocrinology*, 69(5), 721-729.
- Kelly, A. S., Steinberger, J., Olson, T. P., & Dengel, D. R. (2007). In the absence of weight loss, exercise training does not improve adipokines or oxidative stress in overweight children. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 56(7), 1005-1009.

- Kelly, A. S., Wetzsteon, R. J., Kaiser, D. R., Steinberger, J., Bank, A. J., & Dengel, D. R. (2004). Inflammation, insulin, and endothelial function in overweight children and adolescents: The role of exercise. *The Journal of Pediatrics*, *145*(6), 731-736.
- Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (K/DOQI). (2004). K/DOQI clinical practice guidelines on hypertension and antihypertensive agents in chronic kidney disease. *American Journal of Kidney Diseases : The Official Journal of the National Kidney Foundation*, *43*(5 Suppl 1), S1-290.
- Kiess, W., Reich, A., Muller, G., Meyer, K., Galler, A., Bennek, J., & Kratzsch, J. (2001). Clinical aspects of obesity in childhood and adolescence--diagnosis, treatment and prevention. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, *25* Suppl 1, S75-9.
- Kim, J., Must, A., Fitzmaurice, G. M., Gillman, M. W., Chomitz, V., Kramer, E., Peterson, K. E. (2005). Relationship of physical fitness to prevalence and incidence of overweight among schoolchildren. *Obesity Research*, *13*(7), 1246-1254.
- Kim, Y. (2010). *Role of Regular Exercise in the Treatment of Abdominal Obesity in Adolescent Boys* (Doctoral dissertation, University of Pittsburgh).
- Kim, H. J., Lee, S., Kim, T. W., Kim, H. H., Jeon, T. Y., Yoon, Y. S., Lee, J. G. (2008). Effects of exercise-induced weight loss on acylated and unacylated ghrelin in overweight children. *Clinical Endocrinology*, *68*(3), 416-422.
- Kraus, W. E., & Levine, B. D. (2007). Exercise training for diabetes: The "strength" of the evidence. *Annals of Internal Medicine*, *147*(6), 423-424.
- Krukowski, R. A., West, D. S., & Harvey-Berino, J. (2009). Recent advances in internet-delivered, evidence-based weight control programs for adults. *Journal of Diabetes Science and Technology*, *3*(1), 184-189.

- Laframboise, M. A., & Degraauw, C. (2011). The effects of aerobic physical activity on adiposity in school-aged children and youth: A systematic review of randomized controlled trials. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, *55*(4), 256-268.
- Laukkanen, R., Oja, P., Pasanen, M., & Vuori, I. (1992). Validity of a two kilometre walking test for estimating maximal aerobic power in overweight adults. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, *16*(4), 263-268.
- Laukkanen, R. M., Oja, P., Ojala, K. H., Pasanen, M. E., & Vuori, I. M. (1992). Feasibility of a 2-km walking test for fitness assessment in a population study. *Scandinavian Journal of Social Medicine*, *20*(2), 119-126.
- Lazzer, S., Boirie, Y., Poissonnier, C., Petit, I., Duche, P., Taillardat, M., Vermorel, M. (2005). Longitudinal changes in activity patterns, physical capacities, energy expenditure, and body composition in severely obese adolescents during a multidisciplinary weight-reduction program. *International Journal of Obesity (2005)*, *29*(1), 37-46.
- Lee, D. C., Artero, E. G., Sui, X., & Blair, S. N. (2010). Mortality trends in the general population: The importance of cardiorespiratory fitness. *Journal of Psychopharmacology (Oxford, England)*, *24*(4 Suppl), 27-35.
- Lee, S., Bacha, F., Hannon, T., Kuk, J. L., Boesch, C., & Arslanian, S. (2012). Effects of aerobic versus resistance exercise without caloric restriction on abdominal fat, intrahepatic lipid, and insulin sensitivity in obese adolescent boys: A randomized, controlled trial. *Diabetes*, *61*(11), 2787-2795.
- LeMura, L. M., & Maziekas, M. T. (2002). Factors that alter body fat, body mass, and fat-free mass in pediatric obesity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *34*(3), 487-496.



- Lewis, B. A., Williams, D. M., Neighbors, C. J., Jakicic, J. M., & Marcus, B. H. (2010). Cost analysis of internet vs. print interventions for physical activity promotion. *Psychology of Sport and Exercise, 11*(3), 246-249.
- Lichtman, S. W., Pisarska, K., Berman, E. R., Pestone, M., Dowling, H., Offenbacher, E., Heymsfield, S. B. (1992). Discrepancy between self-reported and actual caloric intake and exercise in obese subjects. *The New England Journal of Medicine, 327*(27), 1893-1898. doi:10.1056/NEJM199212313272701 [doi]
- Lisón, J. F., Real-Montes, J. M., Torro, I., Arguisuelas, M. D., Alvarez-Pitti, J., Martínez-Gramage, J., Lurbe, E. (2012). Exercise intervention in childhood obesity: A randomized controlled trial comparing hospital-versus home-based groups. *Academic Pediatrics, 12*(4), 319-325. doi:10.1016/j.acap.2012.03.003 [doi]
- Loftin, M., Sothorn, M., Warren, B., & Udall, J. (2004). Comparison of VO<sub>2</sub> peak during treadmill and cycle ergometry in severely overweight youth. *Journal of Sports Science & Medicine, 3*(4), 554-560.
- Lurbe, E., Cifkova, R., Cruickshank, J. K., Dillon, M. J., Ferreira, I., Invitti, C., European Society of Hypertension. (2009). Management of high blood pressure in children and adolescents: Recommendations of the European Society of Hypertension. *Journal of Hypertension, 27*(9), 1719-1742. doi:10.1097/HJH.0b013e32832f4f6b [doi]
- MacMahon, S., Peto, R., Cutler, J., Collins, R., Sorlie, P., Neaton, J., Stamler, J. (1990). Blood pressure, stroke, and coronary heart disease. part 1, prolonged differences in blood pressure: Prospective observational studies corrected for the regression dilution bias. *Lancet (London, England), 335*(8692), 765-774. doi:0140-6736(90)90878-9 [pii]
- MacMillan, J. S., Davis, L. L., Durham, C. F., & Matteson, E. S. (2006). Exercise and heart rate recovery. *Heart & Lung: The Journal of Acute and Critical Care, 35*(6), 383-390.

- Maffei, C., Schutz, Y., & Pinelli, L. (1992). Effect of weight loss on resting energy expenditure in obese prepubertal children. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 16(1), 41-47.
- Maggio, A. B., Aggoun, Y., Marchand, L. M., Martin, X. E., Herrmann, F., Beghetti, M., & Farpour-Lambert, N. J. (2008). Associations among obesity, blood pressure, and left ventricular mass. *The Journal of Pediatrics*, 152(4), 489-493. doi:10.1016/j.jpeds.2007.10.042 [doi]
- Mahon, A. D., Anderson, C. S., Hipp, M. J., & Hunt, K. A. (2003). Heart rate recovery from submaximal exercise in boys and girls. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(12), 2093-2097. doi:10.1249/01.MSS.0000099180.80952.83 [doi]
- Marcus, B. H., Lewis, B. A., Williams, D. M., Whiteley, J. A., Albrecht, A. E., Jakicic, J. M., Bock, B. C. (2007). Step into motion: A randomized trial examining the relative efficacy of internet vs. print-based physical activity interventions. *Contemporary Clinical Trials*, 28(6), 737-747. doi:S1551-7144(07)00050-X [pii]
- Marcus, B. H., Nigg, C. R., Riebe, D., & Forsyth, L. H. (2000). Interactive communication strategies: Implications for population-based physical-activity promotion. *American Journal of Preventive Medicine*, 19(2), 121-126. doi:S0749-3797(00)00186-0 [pii]
- Marshall, S. J., Biddle, S. J., Gorely, T., Cameron, N., & Murdey, I. (2004). Relationships between media use, body fatness and physical activity in children and youth: A meta-analysis. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 28(10), 1238-1246. doi:10.1038/sj.ijo.0802706 [doi]

- Maziekas, M. T., LeMura, L. M., Stoddard, N. M., Kaercher, S., & Martucci, T. (2003). Follow up exercise studies in paediatric obesity: Implications for long term effectiveness. *British Journal of Sports Medicine*, 37(5), 425-429.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2010). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* Lippincott Williams & Wilkins.
- McKay, H. G., King, D., Eakin, E. G., Seeley, J. R., & Glasgow, R. E. (2001). The diabetes network internet-based physical activity intervention: A randomized pilot study. *Diabetes Care*, 24(8), 1328-1334.
- Meenan, R. T., Stevens, V. J., Funk, K., Bauck, A., Jerome, G. J., Lien, L. F., Svetkey, L. P. (2009). Development and implementation cost analysis of telephone- and internet-based interventions for the maintenance of weight loss. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 25(3), 400-410. doi:10.1017/S0266462309990018 [doi]
- Meléndez-Ortega, A., Davis, C., Barbeau, P., & Boyle, C. A. (2010). Oxygen uptake of overweight and obese children at different stages of a progressive treadmill test: Consumo de oxígeno de niños y niñas con sobrepeso y obesos en los diferentes estadios de una prueba progresiva en un tapiz rodante. *Revista Internacional De Ciencias Del Deporte*, 6(18), 74-90. doi:10.5232/ricyde2010.01805 [doi]
- Metter, E. J., Talbot, L. A., Schrager, M., & Conwit, R. (2002). Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 57(10), B359-65.
- 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. doi:S0735-1097(06)01963-2 [pii]

- Minck, M. R., Ruiter, L. M., Van Mechelen, W., Kemper, H. C., & Twisk, J. W. (2000). Physical fitness, body fatness, and physical activity: The amsterdam growth and health study. *American Journal of Human Biology : The Official Journal of the Human Biology Council*, 12(5), 593-599. doi:10.1002/1520-6300(200009/10)12:5<593::AID-AJHB3>3.0.CO;2-U [pii]
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. (2011/12). Encuesta Nacional de Salud de España (ENSE). Recuperado de <http://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuesta2011.htm>.
- Moller, N. C., Wedderkopp, N., Kristensen, P. L., Andersen, L. B., & Froberg, K. (2007). Secular trends in cardiorespiratory fitness and body mass index in danish children: The european youth heart study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17(4), 331-339. doi:SMS583 [pii]
- Mora, S., Redberg, R. F., Cui, Y., Whiteman, M. K., Flaws, J. A., Sharrett, A. R., & Blumenthal, R. S. (2003). Ability of exercise testing to predict cardiovascular and all-cause death in asymptomatic women: A 20-year follow-up of the lipid research clinics prevalence study. *JAMA : The Journal of the American Medical Association*, 290(12), 1600-1607. doi:10.1001/jama.290.12.1600 [doi]
- Moreno, L. A., Joyanes, M., Mesana, M. I., González-Gross, M., Gil, C. M., Sarria, A., AVENA Study Group. (2003). Harmonization of anthropometric measurements for a multicenter nutrition survey in spanish adolescents. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 19(6), 481-486. doi:S0899900703000406 [pii]
- Mota, J., Flores, L., Flores, L., Ribeiro, J. C., & Santos, M. P. (2006). Relationship of single measures of cardiorespiratory fitness and obesity in young schoolchildren. *American Journal of Human Biology : The Official Journal of the Human Biology Council*, 18(3), 335-341. doi:10.1002/ajhb.20513 [doi]

- Myers, J., Prakash, M., Froelicher, V., Do, D., Partington, S., & Atwood, J. E. (2002). Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *The New England Journal of Medicine*, 346(11), 793-801. doi:10.1056/NEJMoa011858 [doi]
- National Institutes of Health (US). (1994). *Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: Program and abstracts: December 12-14, national institutes of health* National Institutes of Health.
- Nemet, D., Barkan, S., Epstein, Y., Friedland, O., Kowen, G., & Eliakim, A. (2005). Short- and long-term beneficial effects of a combined dietary-behavioral-physical activity intervention for the treatment of childhood obesity. *Pediatrics*, 115(4), e443-9. doi:115/4/e443 [pii]
- Norman, A. C., Drinkard, B., McDuffie, J. R., Ghorbani, S., Yanoff, L. B., & Yanovski, J. A. (2005). Influence of excess adiposity on exercise fitness and performance in overweight children and adolescents. *Pediatrics*, 115(6), e690-6. doi:115/6/e690 [pii]
- Norman, G. J., Zabinski, M. F., Adams, M. A., Rosenberg, D. E., Yaroch, A. L., & Atienza, A. A. (2007). A review of eHealth interventions for physical activity and dietary behavior change. *American Journal of Preventive Medicine*, 33(4), 336-345. doi:S0749-3797(07)00363-7 [pii]
- Ochoa, M. C., Moreno-Aliaga, M. J., Martínez-González, M. A., Martínez, J. A., Marti, A., & GENOI Members. (2007). Predictor factors for childhood obesity in a spanish case-control study. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 23(5), 379-384. doi:S0899-9007(07)00025-1 [pii]
- Ogden, C. L., Carroll, M. D., Curtin, L. R., McDowell, M. A., Tabak, C. J., & Flegal, K. M. (2006). Prevalence of overweight and obesity in the united states, 1999-2004. *Jama*, 295(13), 1549-1555. doi:295/13/1549 [pii]

- Oja, P., Mänttari, A., Pokki, T., Kukkonen-Harjala, K., Laukkanen, R., & Malmberg, J. (2001). *Tester's guide. UKK Walk Test. Tampere, Finland,*
- Olds, T. S. (2009). One million skinfolds: Secular trends in the fatness of young people 1951-2004. *European Journal of Clinical Nutrition, 63*(8), 934-946. doi:10.1038/ejcn.2009.7 [doi]
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., Moreno, L. A., González-Gross, M., Warnberg, J., Grupo AVENA. (2005). Low level of physical fitness in spanish adolescents. relevance for future cardiovascular health (AVENA study). [Bajo nivel de forma fisica en los adolescentes espanoles. Importancia para la salud cardiovascular futura (Estudio AVENA)] *Revista Española De Cardiología, 58*(8), 898-909. doi:13078126 [pii]
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjostrom, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. *International Journal of Obesity (2005), 32*(1), 1-11. doi:0803774 [pii]
- Ortega, F. B., Tresaco, B., Ruiz, J. R., Moreno, L. A., Martin-Matillas, M., Mesa, J. L., AVENA Study Group. (2007). Cardiorespiratory fitness and sedentary activities are associated with adiposity in adolescents. *Obesity (Silver Spring, Md.), 15*(6), 1589-1599. doi:15/6/1589 [pii]
- Owens, S., Gutin, B., Allison, J., Riggs, S., Ferguson, M., Litaker, M., & Thompson, W. (1999). Effect of physical training on total and visceral fat in obese children. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 31*(1), 143-148.
- Palou, A., Serra, F., Bonet, M. L., & Pico, C. (2000). Obesity: Molecular bases of a multifactorial problem. *European Journal of Nutrition, 39*(4), 127-144.

- Pařízková, J. (2014). Fatness and fitness related to exercise in normal and obese children and adolescents. *Journal of King Saud University-Science*, 26(4), 245-253.
- Parizkova, J., & Hills, A. (2005). *Childhood obesity prevention and treatment* crc press.
- Park, J. H., Miyashita, M., Kwon, Y. C., Park, H. T., Kim, E. H., Park, J. K., Park, S. K. (2012). A 12-week after-school physical activity programme improves endothelial cell function in overweight and obese children: A randomised controlled study. *BMC Pediatrics*, 12, 111. doi:1471-2431-12-111 [pii]
- Pate, R. R., Slentz, C. A., & Katz, D. P. (1989). Relationships between skinfold thickness and performance of health related fitness test items. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60(2), 183-189. doi:10.1080/02701367.1989.10607435 [doi]
- Pérez-Farinós, N., López-Sobaler, A. M., Dal Re, M. A., Villar, C., Labrado, E., Robledo, T., & Ortega, R. M. (2013). The ALADINO study: A national study of prevalence of overweight and obesity in spanish children in 2013. *BioMed Research International*, 2013, 163687. doi:10.1155/2013/163687 [doi]
- Pierpont, G. L., Stolpman, D. R., & Gornick, C. C. (2000). Heart rate recovery post-exercise as an index of parasympathetic activity. *Journal of the Autonomic Nervous System*, 80(3), 169-174. doi:S0165183800000904 [pii]
- Poehlman, E. T. (1989). A review: Exercise and its influence on resting energy metabolism in man. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 21(5), 515-525.
- Poortvliet, E., Yngve, A., Ekelund, U., Hurtig-Wennlof, A., Nilsson, A., Hagstromer, M., & Sjostrom, M. (2003). The european youth heart survey (EYHS): An international study that addresses the multi-dimensional issues of CVD risk factors. *Forum of Nutrition*, 56, 254-256.

- Prado, D. M., Silva, A. G., Trombetta, I. C., Ribeiro, M. M., Nicolau, C. M., Guazzelli, I. C., Villares, S. M. (2009). Weight loss associated with exercise training restores ventilatory efficiency in obese children. *International Journal of Sports Medicine*, 30(11), 821-826. doi:10.1055/s-0029-1233486 [doi]
- Ramsay, J. A., Blimkie, C. J., Smith, K., Garner, S., MacDougall, J. D., & Sale, D. G. (1990). Strength training effects in prepubescent boys. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(5), 605-614.
- Rankinen, T., Perusse, L., Rauramaa, R., Rivera, M. A., Wolfarth, B., & Bouchard, C. (2002). The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: The 2001 update. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(8), 1219-1233.
- Rauner, A., Mess, F., & Woll, A. (2013). The relationship between physical activity, physical fitness and overweight in adolescents: A systematic review of studies published in or after 2000. *BMC Pediatrics*, 13, 19-2431-13-19. doi:10.1186/1471-2431-13-19 [doi]
- Reybrouck, T., Vinckx, J., Van den Berghe, G., & Vanderschueren-Lodeweyckx, M. (1990). Exercise therapy and hypocaloric diet in the treatment of obese children and adolescents. *Acta Paediatrica Scandinavica*, 79(1), 84-89.
- Ribeiro, M. M., Silva, A. G., Santos, N. S., Guazzelle, I., Matos, L. N., Trombetta, I. C., Green, D. (2005). Diet and exercise training restore blood pressure and vasodilatory responses during physiological maneuvers in obese children; exercise training in obese children and adolescents: Current concepts. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 111; 35(15; 5), 1915; 375-1923; 392. doi:111/15/1915 [pii]
- Rivera-Brown, A. M., Rivera, M. A., & Frontera, W. R. (1995). Reliability of  $\dot{V}O_{2\max}$  in adolescent runners: A comparison between plateau achievers and nonachievers. *Pediatric Exercise Science*, 7, 203-203.



- Rocchini, A. P., Katch, V., Anderson, J., Hinderliter, J., Becque, D., Martin, M., & Marks, C. (1988). Blood pressure in obese adolescents: Effect of weight loss. *Pediatrics*, *82*(1), 16-23.
- Rodríguez, A., Guixeres, J., Rey, B., & Alcañ, M. (2012). Reliability and validity of TIPS wireless ECG prototypes. *Studies in Health Technology and Informatics*, *181*, 83-87.
- Rowland, T. W. (1993). Aerobic exercise testing protocols. *Pediatric Laboratory Exercise Testing: Clinical Guidelines*, , 19-41.
- Rowland, T. W. (2010). Crusading for the balke protocol. *PES*, *11*(3)
- Rowland, T. W. (1985). Aerobic response to endurance training in prepubescent children: A critical analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *17*(5), 493-497.
- Rowland, T. W. (1991). Effects of obesity on aerobic fitness in adolescent females. *American Journal of Diseases of Children (1960)*, *145*(7), 764-768.
- Ruiz, J. R., Castro-Pinero, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Sjostrom, M., Suni, J., & Castillo, M. J. (2009). Predictive validity of health-related fitness in youth: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, *43*(12), 909-923. doi:10.1136/bjsm.2008.056499 [doi]
- Ruiz, J. R., Espana-Romero, V., Ortega, F. B., Sjostrom, M., Castillo, M. J., & Gutiérrez, A. (2006b). Hand span influences optimal grip span in male and female teenagers. *The Journal of Hand Surgery*, *31*(8), 1367-1372. doi:S0363-5023(06)00704-0 [pii]
- Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Gutiérrez, A., Meusel, D., Sjöström, M., & Castillo, M. J. (2006a). Health-related fitness assessment in childhood and adolescence: A european approach based on the AVENA, EYHS and HELENA studies. *Journal of Public Health*, *14*(5), 269-277.

- Ruiz, J. R., Rizzo, N. S., Hurtig-Wennlof, A., Ortega, F. B., Warnberg, J., & Sjostrom, M. (2006). Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children: The european youth heart study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *84*(2), 299-303. doi:84/2/299 [pii]
- Rydell, S. A., French, S. A., Fulkerson, J. A., Neumark-Sztainer, D., Gerlach, A. F., Story, M., & Christopherson, K. K. (2005). Use of a web-based component of a nutrition and physical activity behavioral intervention with girl scouts. *Journal of the American Dietetic Association*, *105*(9), 1447-1450. doi:S0002-8223(05)01153-3 [pii]
- Salas-Salvadó, J., Rubio, M. A., Barbany, M., Moreno, B., & Grupo Colaborativo de la SEEDO. (2007). SEEDO 2007 consensus for the evaluation of overweight and obesity and the establishment of therapeutic intervention criteria. [Consenso SEEDO 2007 para la evaluacion del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervencion terapeutica] *Medicina Clinica*, *128*(5), 184-96; quiz 1 p following 200. doi:13098399 [pii]
- Sallis, J. F. (2011). Potential vs actual benefits of exergames. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, *165*(7), 667-669. doi:10.1001/archpediatrics.2011.16 [doi]
- Savoie, M., Shaw, M., Dziura, J., Tamborlane, W. V., Rose, P., Guandalini, C., Caprio, S. (2007). Effects of a weight management program on body composition and metabolic parameters in overweight children: A randomized controlled trial. *Jama*, *297*(24), 2697-2704. doi:297/24/2697 [pii]
- Schranz, N., Tomkinson, G., & Olds, T. (2013). What is the effect of resistance training on the strength, body composition and psychosocial status of overweight and obese children and adolescents? A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *43*(9), 893-907. doi:10.1007/s40279-013-0062-9 [doi]

- Schwingshandl, J., & Borkenstein, M. (1995). Changes in lean body mass in obese children during a weight reduction program: Effect on short term and long term outcome. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 19(10), 752-755.
- Schwingshandl, J., Sudi, K., Eibl, B., Wallner, S., & Borkenstein, M. (1999). Effect of an individualised training programme during weight reduction on body composition: A randomised trial. *Archives of Disease in Childhood*, 81(5), 426-428.
- Serra, M. L., Ribas, B. L., Aranceta, B. J., Pérez, R. C., Saavedra, S. P., & Peña, Q. L. (2003). [Childhood and adolescent obesity in Spain. Results of the enKid study (1998-2000)]. *Medicina clínica*, 121(19), 725-732.
- Shaibi, G. Q., Cruz, M. L., Ball, G. D., Weigensberg, M. J., Salem, G. J., Crespo, N. C., & Goran, M. I. (2006). Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight latino adolescent males. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(7), 1208-1215. doi:10.1249/01.mss.0000227304.88406.0f [doi]
- Shalitin, S., Ashkenazi-Hoffnung, L., Yackobovitch-Gavan, M., Nagelberg, N., Karni, Y., HersHKovitz, E., Phillip, M. (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. doi:10.1159/000245931 [doi]
- Shephard, R. J., Allen, C., Benade, A. J., Davies, C. T., Di Prampero, P. E., Hedman, R., Simmons, R. (1968). The maximum oxygen intake. an international reference standard of cardiorespiratory fitness. *Bulletin of the World Health Organization*, 38(5), 757-764.
- Sigal, R. J., Alberga, A. S., Goldfield, G. S., Prud'homme, D., Hadjiyannakis, S., Gougeon, R., Kenny, G. P. (2014). Effects of aerobic training, resistance training, or both on

percentage body fat and cardiometabolic risk markers in obese adolescents: The healthy eating aerobic and resistance training in youth randomized clinical trial. *JAMA Pediatrics*, 168(11), 1006-1014. doi:10.1001/jamapediatrics.2014.1392 [doi]

Silk, K. J., Sherry, J., Winn, B., Keesecker, N., Horodyski, M. A., & Sayir, A. (2008). Increasing nutrition literacy: Testing the effectiveness of print, web site, and game modalities. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 40(1), 3-10. doi:10.1016/j.jneb.2007.08.012 [doi]

Singh, T. P., & Evans, S. (2010). Socioeconomic position and heart rate recovery after maximal exercise in children. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 164(5), 479-484.

Singh, T. P., Rhodes, J., & Gauvreau, K. (2008). Determinants of heart rate recovery following exercise in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(4), 601-605. doi:10.1249/MSS.0b013e3181621ec4 [doi]

Sothorn, M. S., Loftin, M., Blecker, U., & Udall, J. (2000). Impact of significant weight loss on maximal oxygen uptake in obese children and adolescents. *J Investig Med*, 48(6), 411-416.

Sothorn, M. S., Loftin, J. M., Udall, J. N., Suskind, R. M., Ewing, T. L., Tang, S. C., & Blecker, U. (2000). Safety, feasibility, and efficacy of a resistance training program in preadolescent obese children. *The American Journal of the Medical Sciences*, 319(6), 370-375.

Sothorn, M. S., Loftin, M., Suskind, R. M., Udall, J. N., Jr, & Blecker, U. (1999). The impact of significant weight loss on resting energy expenditure in obese youth. *Journal of*

*Investigative Medicine : The Official Publication of the American Federation for Clinical Research*, 47(5), 222-226.

Stevens, J., Cai, J., Evenson, K. R., & Thomas, R. (2002). Fitness and fatness as predictors of mortality from all causes and from cardiovascular disease in men and women in the lipid research clinics study. *American Journal of Epidemiology*, 156(9), 832-841.

Strasburger, V. C., & Council on Communications and Media American Academy of Pediatrics. (2010). Media education. *Pediatrics*, 126(5), 1012-1017. doi:10.1542/peds.2010-1636 [doi]

Suh, S., Jeong, I. K., Kim, M. Y., Kim, Y. S., Shin, S., Kim, S. S., & Kim, J. H. (2011). Effects of resistance training and aerobic exercise on insulin sensitivity in overweight korean adolescents: A controlled randomized trial. *Diabetes & Metabolism Journal*, 35(4), 418-426. doi:10.4093/dmj.2011.35.4.418 [doi]

Summerbell, C. D., Waters, E., Edmunds, L. D., Kelly, S., Brown, T., & Campbell, K. J. (2005). Interventions for preventing obesity in children. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3)(3), CD001871. doi:10.1002/14651858.CD001871.pub2 [doi]

Sung, R. Y., Yu, C. W., Chang, S. K., Mo, S. W., Woo, K. S., & Lam, C. W. (2002). Effects of dietary intervention and strength training on blood lipid level in obese children. *Archives of Disease in Childhood*, 86(6), 407-410.

Tan, S., Yang, C., & Wang, J. (2010). Physical training of 9- to 10-year-old children with obesity to lactate threshold intensity. *Pediatric Exercise Science*, 22(3), 477-485.

- Tate, D. F., Wing, R. R., & Winett, R. A. (2001). Using internet technology to deliver a behavioral weight loss program. *JAMA : The Journal of the American Medical Association*, *285*(9), 1172-1177. doi:joc01569 [pii]
- Thivel, D., Isacco, L., Lazaar, N., Aucouturier, J., Ratel, S., Dore, E., Duche, P. (2011). Effect of a 6-month school-based physical activity program on body composition and physical fitness in lean and obese schoolchildren. *European Journal of Pediatrics*, *170*(11), 1435-1443. doi:10.1007/s00431-011-1466-x [doi]
- Tokmakidis, S. P., Kasambalis, A., & Christodoulos, A. D. (2006). Fitness levels of greek primary schoolchildren in relationship to overweight and obesity. *European Journal of Pediatrics*, *165*(12), 867-874. doi:10.1007/s00431-006-0176-2 [doi]
- Tomkinson, G. R., & Olds, T. S. (2007). Secular changes in pediatric aerobic fitness test performance: The global picture. *Medicine and Sport Science*, *50*, 46-66. doi:101075 [pii]
- Treuth, M. S., Hunter, G. R., Figueroa-Colon, R., & Goran, M. I. (1998). Effects of strength training on intra-abdominal adipose tissue in obese prepubertal girls. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *30*(12), 1738-1743.
- Treuth, M. S., Hunter, G. R., Pichon, C., Figueroa-Colon, R., & Goran, M. I. (1998). Fitness and energy expenditure after strength training in obese prepubertal girls. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *30*(7), 1130-1136.
- Unnithan, V. B., Houser, W., & Fernhall, B. (2006). Evaluation of the energy cost of playing a dance simulation video game in overweight and non-overweight children and adolescents. *International Journal of Sports Medicine*, *27*(10), 804-809. doi:10.1055/s-2005-872964 [doi]
- van Baak, M. A. (1999). Physical activity and energy balance. *Public Health Nutrition*, *2*(3A), 335-339. doi:S1368980099000452 [pii]

- van den Berg, M. H., Schoones, J. W., & Vliet Vlieland, T. P. (2007). Internet-based physical activity interventions: A systematic review of the literature. *Journal of Medical Internet Research, 9*(3), e26. doi:v9i3e26 [pii]
- Wabitsch, M. (2000). Overweight and obesity in european children: Definition and diagnostic procedures, risk factors and consequences for later health outcome. *European Journal of Pediatrics, 159 Suppl 1*, S8-13.
- Wang, X., & Perry, A. C. (2006). Metabolic and physiologic responses to video game play in 7- to 10-year-old boys. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine, 160*(4), 411-415. doi:160/4/411 [pii]
- Watanabe, J., Thamilarasan, M., Blackstone, E. H., Thomas, J. D., & Lauer, M. S. (2001). Heart rate recovery immediately after treadmill exercise and left ventricular systolic dysfunction as predictors of mortality: The case of stress echocardiography. *Circulation, 104*(16), 1911-1916.
- Watts, K., Jones, T. W., Davis, E. A., & Green, D. (2005). Exercise training in obese children and adolescents. *Sports Medicine, 35*(5), 375-392.
- Watts, K., Beye, P., Siafarikas, A., Davis, E. A., Jones, T. W., O'Driscoll, G., & Green, D. J. (2004). Exercise training normalizes vascular dysfunction and improves central adiposity in obese adolescents. *Journal of the American College of Cardiology, 43*(10), 1823-1827. doi:10.1016/j.jacc.2004.01.032 [doi]
- Watts, K., Beye, P., Siafarikas, A., O'Driscoll, G., Jones, T. W., Davis, E. A., & Green, D. J. (2004). Effects of exercise training on vascular function in obese children. *The Journal of Pediatrics, 144*(5), 620-625. doi:10.1016/j.jpeds.2004.02.027 [doi]

- Weiss, R., Dziura, J., Burgert, T. S., Tamborlane, W. V., Taksali, S. E., Yeckel, C. W., Caprio, S. (2004). Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *The New England Journal of Medicine*, 350(23), 2362-2374. doi:10.1056/NEJMoa031049 [doi]
- Wilks, D. C., Rank, M., Christle, J., Langhof, H., Siegrist, M., & Halle, M. (2014). An inpatient lifestyle-change programme improves heart rate recovery in overweight and obese children and adolescents (LOGIC trial). *European Journal of Preventive Cardiology*, 21(7), 876-883. doi:10.1177/2047487312465691 [doi]
- Williams, P. T. (2001). Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: A meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(5), 754-761.
- Winkle, J. M., Evans, B. W., Dilg, P., & Galparoli, S. (2011). Comparing a Portable and Standard Metabolic Measuring System during Rest and Exercise. *Journal of Exercise Physiology Online*, 14(2).
- Wong, P. C., Chia, M. Y., Tsou, I. Y., Wansaicheong, G. K., Tan, B., Wang, J. C., Lim, D. (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 of the Academy of Medicine, Singapore*, 37(4), 286-293.
- Woo, K. S., Chook, P., Yu, C. W., Sung, R. Y., Qiao, M., Leung, S. S., Celermajer, D. S. (2004a). Effects of diet and exercise on obesity-related vascular dysfunction in children. *Circulation*, 109(16), 1981-1986. doi:10.1161/01.CIR.0000126599.47470.BE [doi]
- Woo, K. S., Chook, P., Yu, C. W., Sung, R. Y., Qiao, M., Leung, S. S., Celermajer, D. S. (2004b). Overweight in children is associated with arterial endothelial dysfunction and intima-media thickening. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 28(7), 852-857. doi:10.1038/sj.ijo.0802539 [doi]



World Health Organization. (2009). *Global health risks: Mortality and burden of disease attributable to selected major risks* World Health Organization.

World Health Organization (WHO). (2013). *Fact Sheet no.311. Obesity and Overweight. Updated March 2013,*

Yu, C. C., Sung, R. Y., Hau, K. T., Lam, P. K., Nelson, E. A., & So, R. C. (2008). The effect of diet and strength training on obese children's physical self-concept. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(1), 76-82.

Yu, C. C., Sung, R. Y., So, R. C., Lui, K. C., Lau, W., Lam, P. K., & Lau, E. M. (2005). Effects of strength training on body composition and bone mineral content in children who are obese. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 19(3), 667-672. doi:14994 [pii]