



Mayorga-Vega, D.; Brenes Podadera, A.; Rodríguez Tejero, M.; Merino Marban, R. (2012). Association of BMI and physical fitness level among elementary school students. *Journal of Sport and Health Research*. 4(3):299-310.

Original

ASOCIACIÓN DEL IMC Y EL NIVEL DE CONDICIÓN FÍSICA EN ESCOLARES DE EDUCACIÓN PRIMARIA

ASSOCIATION OF BMI AND PHYSICAL FITNESS LEVEL AMONG ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS

Mayorga-Vega, D.¹; Brenes Podadera, A.²; Rodríguez Tejero, M.²; Merino Marban, R.³

¹*Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad de Granada*

²*Magisterio en la Especialidad de Educación Física, Universidad de Málaga*

³*Profesor en la Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga*

Correspondence to:
Mayorga Vega, Daniel
C/ de Freud nº 10, CP 29190,
Málaga (España)
Email: dmayorgavega@gmail.com

*Edited by: D.A.A. Scientific Section
Martos (Spain)*



Received: 30-10-2012
Accepted: 16-02-2012



RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar la asociación entre el estado del peso en base al índice de masa corporal (IMC) y los valores obtenidos en pruebas de condición física en niños y niñas de Educación Primaria. Una muestra de 71 escolares (niños, n=36; niñas, n=35) voluntarios de 10-12 años de edad participaron en el presente estudio. Las pruebas de condición física se realizaron durante las clases de Educación Física (dos sesiones). En la primera sesión se realizaron las medidas de composición corporal (peso, talla y pliegues cutáneos -tríceps y pierna medial-) y en la segunda sesión se administraron las pruebas de sit-and-reach, dinamometría manual, salto de longitud y Course Navette. Se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes para analizar las posibles diferencias entre los alumnos sin sobrepeso y con sobrepeso/obesidad. Los niños que no presentaban sobrepeso mostraron menores valores de IMC, pliegues cutáneos, porcentaje de grasa corporal, así como mayores valores en el salto de longitud, Course Navette, y consumo de oxígeno máximo que los del grupo con sobrepeso/obesidad. El menor rendimiento en el Course Navette y salto de longitud en los niños con sobrepeso/obesidad podría quedar explicado, además de por la falta real de forma física, por el exceso de peso graso. En cambio, los niños con sobrepeso/obesidad presentan una tendencia hacia una mayor fuerza de prensión manual. Esto podría ser explicado porque los niños con sobrepeso/obesidad también presentan una mayor cantidad de materia libre de grasa. Por otro lado, la flexibilidad medida mediante el sit-and-reach parece no estar asociada al IMC. Los profesores de Educación Física deberían optar por aquellas pruebas en las que no hubiese una influencia de la masa corporal durante su ejecución.

Palabras clave: Índice de Masa Corporal, pliegues cutáneos, porcentaje de grasa corporal, sit-and-reach, salto de longitud, dinamometría manual, Course Navette, VO₂máx, niños, salud

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the association among weight status based on body mass index (BMI) and the physical fitness level in Primary Education students. A sample of 71 students (boys, n = 36, girls, n = 35) volunteers aged 10-12 years participated in this study. The fitness tests were conducted during physical education classes (two sessions). In the first session was conducted body composition measures (weight, height and skinfolds -triceps and leg-medial-) and in the second session were administered tests of sit-and-reach, handgrip strength, standing long jump and Course Navette. They applied the Student t test for independent samples to analyze the differences between students with non-overweight and overweight / obesity. Non-overweight children had lower values of BMI, skinfolds, body fat percentage and higher values in the long jump, Course Navette, and maximum oxygen consumption than the overweight/ obesity group. The lower performance in the Course Navette test and standing long jump test among children with overweight/ obesity might be explained, apart from a real lack of fitness, by excess of fat mass. In contrast, overweight / obesity children showed a tendency toward greater grip strength. These results could be explained because children with overweight / obesity also had a higher amount of fat-free mass. On the other hand, the flexibility measured by the sit-and-reach appears not to be associated with BMI. Physical education teachers should choose those tests in which there was no influence of body mass during its execution.

Keywords: Body Mass Index, skinfolds thicknesses, body fat percentage, sit-and-reach, standing long jump, handgrip strength, Course Navette, VO₂max, children, health



INTRODUCCIÓN

La condición física puede ser considerada como una medida integrada de las principales funciones del cuerpo (musculo-esquelética, cardio-respiratoria, hemato-circulatoria, endocrino-metabólica y psico-neurológica) que participan en la realización de actividad física (Ortega et al., 2008). Por lo tanto, la evaluación de la condición física constituye una medida integrada de todas estas funciones. Un alto nivel de condición física implica una buena respuesta fisiológica. Por el contrario, tener un bajo nivel de condición física podría indicar un mal funcionamiento de una o varias de esas funciones (Arday et al., 2010).

Por tanto, la condición física es considerada un importante marcador relacionado con la salud en la infancia (Ortega et al., 2008; Ruiz et al., 2011). Los componentes de la condición física relacionados con la salud son: resistencia cardiorespiratoria, fuerza muscular, flexibilidad y composición corporal (American College of Sport Medicine, 1998). Recientes investigaciones con adultos han puesto de manifiesto el interés que tiene conocer el estado de la capacidad cardiorespiratoria de una persona ya que constituye un excelente predictor de mortalidad y morbilidad (Kodama et al., 2009). En estudios con jóvenes la prueba más común para su evaluación ha sido el Course Navette (Tomkinson et al., 2003). El consumo de oxígeno máximo (VO_2max) es considerado la referencia estándar de medida, el cual puede ser estimado a través de unas ecuaciones con las marcas obtenidas en la citada prueba (Léger et al., 1988).

Actualmente, la fuerza muscular también se considera un potente marcador de salud (Ortega et al., 2008). Los resultados de los estudios con jóvenes han reportado una relación negativa entre la fuerza muscular y factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares (García-Artero et al., 2007), proteínas inflamatorias (Ruiz et al., 2008), y resistencia a la insulina (Benson et al., 2006). La dinamometría manual ha sido una de las pruebas de evaluación de la fuerza más usadas en estudios epidemiológicos (Ortega et al., 2008), la cual ha revelado ser un potente predictor de mortalidad (Gale et al., 2007; Metter et al., 2002; Sasaki et al., 2007). Por su parte, el test de salto de longitud se trata de

unas de las pruebas para medir la fuerza explosiva de las extremidades inferiores más extendidas en las baterías de tests para evaluar a los jóvenes (Castro-Piñero et al., 2009a), la cual además ha sido considerada un índice general de fuerza muscular (Castro-Piñero et al., 2010b).

La flexibilidad es un componente de la condición física que ha sido ampliamente relacionada con la salud (Bouchard y Sheppard, 1994). La falta de flexibilidad en los músculos isquiosurales condiciona una disminución de la movilidad de la pelvis que lleva invariablemente al cambio biomecánica en la distribución de presiones en la columna vertebral (Da Silva Dias y Gómez-Conesa, 2008). Por ello, entre los jóvenes una buena flexibilidad en las caderas parece contribuir a una disminución del riesgo de dolor lumbar (Feldman et al., 2001; Jones et al., 2005; Kujala et al., 1992; Sjölie, 2004) y tensión del cuello (Mikkelsen et al., 2006). El sit-and-reach es la prueba de flexibilidad que más se ha usado en las baterías de tests para los jóvenes (Castro-Piñero et al., 2009a).

En la evaluación de la composición corporal el índice de masa corporal (IMC) es una medida simple, barata y no invasiva, motivos por los cuales ha sido ampliamente utilizada en la evaluación antropométrica de los jóvenes (Moreno et al., 2006, 2007). Aunque el IMC se considera a menudo un indicador de la grasa corporal, realmente mide el exceso de peso en lugar de exceso de grasa (Freedman et al., 2005). El principal problema es que el IMC no distingue entre masa grasa, muscular u ósea, ni proporciona ninguna indicación de la distribución de la grasa entre los individuos. A pesar de este hecho, los estudios han demostrado que el índice de masa corporal se correlaciona con medidas más directas de la grasa corporal en los niños (Gläßer et al., 2011). Además, el uso de los pliegues cutáneos se considera un método de campo adecuado para estimar la grasa corporal en los niños (Alvero Cruz et al., 2009).

La obesidad infantil se ha incrementado de manera alarmante en los últimos años (Janssen et al., 2005; Moreno et al., 2005). Este aumento del peso corporal ha sido calificado por la Organización Mundial de la Salud (2004) como una epidemia global con graves consecuencias para la salud pública. Siendo España uno de los países Europeos con mayor prevalencia de



sobrepeso y obesidad en niños y niñas debido entre otros factores a la falta de actividad física (Manonelles et al., 2008). Por tanto, comprender la asociación entre el IMC y los niveles de condición física relacionados con la salud es de suma importancia para una mejor interpretación de los resultados en la evaluación de la condición física en los niños. En este sentido, diversos estudios han analizado la asociación del IMC con los valores obtenidos en diferentes pruebas de condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes (Aires et al., 2010; Artero et al., 2010; Borrás et al., 2011; Castro-Piñero et al., 2009b, 2010a, 2011; De la Cruz y Pino, 2010; Milanese et al., 2010). Sin embargo, son escasos los estudios realizados con niños y niñas de Educación Primaria que realizan pruebas para evaluar todos los componentes de la condición física relacionada con la salud (Casajús et al., 2007; Tokmakidis et al., 2006). Consecuentemente, el objetivo del presente estudio fue analizar la asociación entre el estado del peso en base al IMC y los valores obtenidos en pruebas de condición física relacionadas con la salud en niños y niñas de Educación Primaria.

MATERIAL Y MÉTODOS

Participantes

Una muestra de 71 escolares voluntarios de 10-12 años de edad participaron en el presente estudio. Los participantes fueron niños (n=36) y niñas (n=35) aparentemente sanos de 5º y 6º curso de Educación Primaria de un centro escolar de la provincia de Málaga (España). Los criterios de inclusión seguidos fueron: a) tener una edad comprendida entre los 10 y 12 años; b) no presentar aparentes restricciones de salud que pudieran limitar la ejecución de las pruebas; c) y no haber realizado actividad física muy intensa en las 48 horas previas a la evaluación.

Se dio una descripción completa de la naturaleza y el propósito del estudio a los niños, director y profesores. Se obtuvo el consentimiento informado por parte del director del centro y de los padres de los escolares. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Málaga. Además, el estudio fue realizado de acuerdo con los procedimientos establecidos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (2008)

sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos.

Procedimiento

Antes del estudio se realizó una prueba piloto para valorar la fiabilidad de las medidas administradas. Los participantes de la prueba piloto (n=10, 10-12 años) realizaron los test en dos ocasiones con una semana de separación de acuerdo con el protocolo de cada prueba. Durante el estudio dos exploradores experimentados administraron las pruebas siguiendo el protocolo establecido. Cada evaluador realizó la misma prueba a todos los alumnos. Durante la primera sesión se realizaron las medidas de composición corporal en el siguiente orden: peso, talla, y pliegues cutáneos. En la siguiente sesión se realizaron las pruebas de sit-and-reach, dinamometría manual, salto de longitud y Course Navette. Previo a la segunda sesión todos los participantes realizaron un calentamiento estandarizado de cinco minutos de carrera a baja intensidad. En cambio, previo a la sesión de composición corporal no se realizó ningún calentamiento. La evaluación de los estudiantes se realizó durante las clases de Educación Física. Todas las pruebas fueron administradas durante la misma semana, el mismo periodo del día y bajo las mismas condiciones medioambientales para cada estudiante.

1. *Índice de Masa Corporal (IMC)*. Para evaluar el IMC previamente se obtuvo el peso y la talla de todos los estudiantes. Para el peso el participante permaneció de pie en el centro de la plataforma (SECA, LTD, Alemania) llevando una ropa ligera (excluyendo zapatos, pantalones largos y sudaderas) y con el peso distribuido por igual en ambos pies y sin apoyos. Para medir la altura el participante permaneció de pie, con los talones juntos, brazos a lo largo del cuerpo y nalgas y espalda apoyadas sobre la escala (Holtain Ltd., Dyfed, UK) con la cabeza colocada en el plano de Frankfort. Las medias de las dos medidas del peso y la talla fueron utilizadas para el posterior análisis estadístico. El IMC fue calculado como el peso en kilogramos dividido por la talla en metros al cuadrado (kg/m^2). Posteriormente, para categorizar a los estudiantes se tomaron las referencias para los niños (Cole et al., 2000).

2. *Pliegues cutáneos (tríceps + pierna medial)*. Los pliegues cutáneos fueron tomados para determinar la amplitud del pliegue cutáneo y así



poder estimar el porcentaje de grasa corporal (Alvero Cruz et al., 2009). Para el pliegue del tríceps el niño se situaba en posición anatómica durante la medida. Se marcó el punto medio acromio-radial de la cara posterior del brazo que cortaba una línea desde el olecranon. Para el pliegue de la pierna medial el niño se situaba en una posición anatómica con la pierna derecha sobre un banco con las caderas y las rodillas a 90°. Se marcó la intersección de la cara medial y el máximo perímetro de la pierna (Esparza, 1993).

En ambos casos se realizó la medida sobre las extremidades derechas. Mientras se tomaba un pliegue con el dedo pulgar e índice de la mano izquierda a un centímetro superior de la referencia, con un plicómetro en la mano derecha se tomó la medida sobre la marca. La lectura de la marca fue realizada a los tres segundos. Se realizaron dos mediciones entre las que se dejaba el pliegue libre durante unos segundos, tomando la media de las dos medidas para el posterior análisis estadístico. Posteriormente, para estimar el porcentaje de masa grasa se usaron las ecuaciones propuestas para los niños (Slaughter et al., 1988).

3. *Sit-and-reach*. Para comenzar con la prueba cada niño se situaba sentado frente al cajón (30,5 x 30,5 x 30,5 cm; tangente de los pies a 23 cm), con las caderas flexionadas, las rodillas extendidas y las manos sobre la regla superior. Los pies se situaban a la anchura de las caderas y con los tobillos a 90°. Las rodillas fueron fijadas en extensión con la ayuda del evaluador. Desde esta posición el niño debía flexionar el tronco lenta y progresivamente hacia adelante con la intención de alcanzar la mayor distancia posible con las manos. El máximo alcance de los dedos se determinaba como la puntuación obtenida. Todos los participantes realizaron dos intentos con un minuto de descanso entre ellos. El mejor de los dos intentos se anotó para el posterior análisis estadístico (Consejo de Europa, Comité para el Desarrollo del Deporte, 1992).

4. *Dinamometría manual*. Previamente a la realización del test el evaluador medía el tamaño de la mano derecha del evaluado usando la tabla-regla para ver la envergadura de agarre óptima de acuerdo al tamaño de su mano (España-Romero et al., 2008). El tamaño de la mano se midió como la máxima distancia de separación entre el primer y quinto dedo. La fuerza de presión manual fue medida usando un

dinamómetro digital (T.K.K. 5101 Grip-D; Takey, Tokyo, Japan), y los valores fueron recogidos en kilogramos. El niño se situaba de pie con los brazos a lo largo del cuerpo con los hombros ligeramente abducidos ($< 10^\circ$), el codo extendido y el antebrazo y la muñeca en una posición neutra (España-Romero et al., 2008).

Durante la realización del test, el niño era instruido para mantener la posición estándar de bipedestación con el codo en completa extensión y sin tocar ninguna parte del cuerpo con el dinamómetro (Ruiz et al., 2006). Cada niño realizó el test dos veces (alternativamente con ambas mano) en orden aleatorio, con un minuto de descanso entre repeticiones (Watanabe et al., 2005). La duración del test fue de 5 segundos por intento. El evaluador situaba el marcador a cero después de cada intento. La media del mejor intento de cada mano se usó para el posterior análisis estadístico.

5. *Salto de longitud*. La prueba se realizó sobre una superficie horizontal y antideslizante. Una cinta métrica fue extendida en el suelo para medir la distancia del salto. Perpendicularmente a la marca del cero centímetro se colocaba una marca en el suelo donde los niños debían situar las puntas de los pies. Desde una posición de pie, con los pies a la anchura de los hombros, el niño realizó un contra-movimiento con las piernas y los brazos antes de realizar un salto horizontal lo más lejos posible. Cuando el niño aterrizaba, debía mantener los pies fijos en el suelo para su medición. Si el niño tocaba con alguna parte del cuerpo la zona que quedaba detrás de los pies, el intento era nulo y se repetía de nuevo. Sin embargo, el niño podía colocar las manos por delante para ayudarse en el aterrizaje. El investigador evaluó la distancia de la parte posterior del pie más retrasada con la ayuda de un cartabón que situaba a lo largo de la cinta métrica. Los niños realizaron dos intentos con un minuto de recuperación. La mejor marca fue registrada para el posterior análisis estadístico (Consejo de Europa, Comité para el Desarrollo del Deporte, 1992).

6. *Course Navette*. Todos los estudiantes corrieron entre dos líneas, distanciadas por 20 m, al ritmo marcado por una señal emitida por la grabación. Para ayudar a marcar el ritmo de carrera un investigador realizó el test junto a los niños. La velocidad inicial era de 8,5 km/h, la cual fue



incrementada por 0,5 km/h cada minuto (un minuto representa un palier). Los participantes fueron instruidos para correr en línea recta cruzando la línea con ambos pies. Los niños debían salir de la línea inmediatamente después de escuchar cada señal. El test acababa cuando el niño se detenía debido a la fatiga o cuando no alcanzaba la línea antes de la siguiente señal en dos veces consecutivas (Léger et al., 1988). Los niños fueron constantemente alentados a correr durante el transcurso de la carrera. Cada niño realizó un solo intento. Se registraron el número total de vueltas completadas para el posterior análisis estadístico. Se usó la ecuación de Léger et al. (1988) para estimar el consumo máximo de oxígeno.

Análisis estadístico

Se realizó una estadística descriptiva (media \pm desviación estándar) de la edad, peso, talla, IMC, pliegues del tríceps y pierna medial, porcentaje de grasa corporal, sit-and-reach, dinamometría manual, salto de longitud, Course Navette y VO_2 máx. Para comprobar la fiabilidad de las medidas empleadas en la prueba piloto se utilizó el coeficiente de correlación intraclase ($CCI_{3,k}$) (Shrout y Fleiss, 1979), el cual fue acompañado del intervalo de confianza al 95% (IC) (Baumgartner y Chung, 2001). Se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes para analizar las posibles diferencias en la media de los valores de las medidas tomadas entre los alumnos sin sobrepeso y con sobrepeso/obesidad (Cole et al., 2000). El análisis estadístico fue realizado mediante el paquete estadístico SPSS 15.0 para Windows (SPSS® Inc., Chicago, IL). El nivel de significación se estableció en $p < 0,05$.

RESULTADOS

Las medidas empleadas en nuestro estudio mostraron altos valores de fiabilidad (CCI , IC; $\geq 0,90$, 0,81-0,99). En la Tabla 1 se encuentran la media y desviación estándar de los valores obtenidos en los diferentes tests de condición física para los niños sin sobrepeso y con sobrepeso/obesidad. Los resultados de la prueba t de Student para muestras independientes mostraron valores mayores estadísticamente significativos ($p < 0,001$) para los participantes con sobrepeso/obesidad en el peso,

IMC, pliegue del tríceps y la pierna medial, y porcentaje estimado de grasa corporal. En cambio, los estudiantes sin sobrepeso presentaron mayores valores ($p < 0,001$) en las pruebas de salto de longitud, el número total de vueltas completadas en el Course Navette, y el consumo de oxígeno máximo estimado. En la edad, la talla, los valores del sit-and-reach y la dinamometría manual no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p > 0,05$).

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue analizar la asociación entre el estado del peso en base al IMC y los niveles de condición física relacionada con la salud en niños y niñas de Educación Primaria. La relación entre el estatus en el IMC y todos los componentes de la condición física relacionada con la salud en escolares ha sido poco estudiada (Casajús et al., 2007; Tokmakidis et al., 2006).

En cuanto a la resistencia cardiorespiratoria, los resultados del presente estudio mostraron un mejor rendimiento en el test Course Navette y el VO_2 max estimado para los niños sin sobrepeso frente a los que presentaban sobrepeso u obesidad. En este mismo sentido, Castro-Piñero et al. (2011) en un estudio con niños y adolescentes de 8-17 años ($n=2.752$) en el que realizaron cuatro test de campo de resistencia cardiovascular (Course Navette, $\frac{1}{4}$ milla corriendo/andando, $\frac{1}{2}$ milla corriendo/andando, 1 milla corriendo/andando) encontraron un mayor rendimiento de los niños y niñas con normo-peso sobre los que tenían sobrepeso u obesidad en cada una de las pruebas. En este mismo sentido, Casajús et al. (2007) ($n=1068$, 7-12 años), De la Cruz y Pino (2010) ($n=293$, $9,9 \pm 0,79$) y Tokmakidis et al. (2006) ($n=709$, $8,9 \pm 1,6$ años) encontraron un mejor rendimiento en el Course Navette en aquellos niños que presentaban normopeso. De forma similar, Artero et al. (2010) en un estudio con adolescentes ($n=2.474$, 13-18,5 años) encontraron diferencias significativas en los valores de resistencia cardiovascular (Course Navette) a favor del grupo con normopeso.



Tabla 1. Resultados de la prueba *t* de Student para muestras independientes entre los alumnos sin sobrepeso y con sobrepeso/obesidad

Medidas	No-sobrepeso (n=35)	Sobrepeso/Obesidad (n=36)	p
Edad (años)	10,89 ± 0,63	10,92 ± 0,73	0,849
Peso (kg)	38,87 ± 7,25	55,26 ± 10,44	<0,001
Talla (cm)	146,83 ± 9,58	150,25 ± 8,27	0,112
IMC (kg/m ²)	17,90 ± 1,81	24,28 ± 2,64	<0,001
Pliegue tríceps (mm)	16,60 ± 4,64	25,85 ± 4,89	<0,001
Pliegue pierna medial (mm)	20,47 ± 5,43	30,65 ± 5,69	<0,001
Grasa corporal (%)	27,76 ± 6,51	40,99 ± 6,77	<0,001
Sit-and-reach (cm)	24,52 ± 7,33	25,34 ± 5,96	0,617
Dinamometría manual ^a (kg)	18,04 ± 3,76	19,74 ± 4,64	0,095
Salto de longitud (cm)	148,03±19,29	129,67 ± 20,22	<0,001
Course Navette (n°)	43,86 ± 15,86	25,72 ± 11,62	<0,001
VO ₂ máx (ml/kg/min)	47,14 ± 4,62	41,80 ± 3,38	<0,001

Los datos son presentados como la media ± desviación estándar; IMC, Índice de masa corporal; ^a En la tabla se muestra la media de los valores del lado derecho e izquierdo

Para la fuerza explosiva medida con el salto de longitud los datos mostraron mejores resultados en los niños sin sobrepeso. En esta línea, Castro-Piñero et al. (2009b) realizando una comparación del rendimiento en diferentes pruebas de fuerza en jóvenes de 6-17 años (n= 2.778) comprobaron que los jóvenes con normopeso tuvieron significativamente un mayor rendimiento que los que presentaban sobrepeso u obesidad en la fuerza explosiva de piernas (salto de longitud y salto vertical). Estos mismos resultados se encontraron en otros estudios con niños (Casajús et al., 2007; De la

Cruz y Pino, 2010; Tokmakidis et al., 2006) y adolescentes (Artero et al., 2010).

Los hallazgos anteriores también podrían ser debido a que la ejecución de los tests (Course Navette y salto de longitud) requiere una propulsión o levantamiento de la masa corporal. Por tanto, los niños con mayor peso se verán en una clara desventaja. El exceso de grasa corporal observada en los niños con sobrepeso/obesidad podría explicar tales diferencias, porque presentan una carga extra que tendría que ser movida durante la realización de las pruebas (Artero et al., 2010). En este sentido, en los estudios anteriores los jóvenes con sobrepeso u obesidad también presentaban peores valores en otras pruebas de campo muy extendidas para evaluar la fuerza como, por ejemplo, flexiones de brazos (Castro-Piñero et al., 2009b), suspensión de brazos (Artero et al., 2010; Castro-Piñero et al., 2009b), sit ups (Castro-Piñero et al., 2009b; Tokmakidis et al., 2006) y curl ups (Castro-Piñero et al., 2009b). Asimismo, en otras pruebas como, por ejemplo, la velocidad de carrera (20, 30 y 50 m) también se han encontrado un mayor rendimiento entre los jóvenes con normopeso frente al grupo con sobrepeso y obesidad (Castro-Piñero et al., 2010a).

Sin embargo, para la fuerza de prensión manual los datos del presente estudio revelaron una tendencia a la significación (p=0,095) a favor de los niños con sobrepeso/obesidad. Coincidiendo con otros estudios con escolares de Educación Primaria donde los obesos y con sobrepeso presentaron mayores valores que los de normopeso (Casajús et al., 2007; De la Cruz y Pino, 2010). En este mismo sentido, en un estudio con adolescentes se encontró que la fuerza de prensión manual era significativamente mayor para los jóvenes con sobrepeso u obesidad (Artero et al., 2010). Este mejor rendimiento podría ser explicado porque los niños con sobrepeso/obesidad, además de una mayor cantidad de materia grasa, también presentaron una mayor cantidad de materia libre de grasa, lo cual concuerda con lo encontrado en estudios anteriores (Artero et al., 2010; Casajús et al., 2007). Esto podría explicar, además, porqué los jóvenes con bajo peso tienen un menor rendimiento en dicha prueba que los compañeros con normopeso (Artero et al., 2010).

En cuanto a la flexibilidad medida con el sit-and-reach parece que no está influida por el IMC de los



escolares. Coincidiendo con los resultados encontrados por diversos estudios realizados también con niños y niñas de Educación Primaria (Casajús et al., 2007; Chen et al., 2006; De la Cruz y Pino, 2010; Tokmakidis et al., 2006). Además, en el estudio de Artero et al. (2010) tampoco encontraron diferencias significativas en los valores del sit-and-reach entre los adolescentes. Esto podría ser explicado por una no influencia del peso corporal durante la ejecución del test sit-and-reach.

Por otro lado, parece que los niños con bajo peso corporal también presentan ciertas diferencias en las pruebas de condición física (Castro-Piñero et al., 2009b; Castro-Piñero et al., 2010a; Castro-Piñero et al., 2011). Asimismo, los niños con sobrepeso presentan mejores resultados que sus compañeros con obesidad (Castro-Piñero et al., 2009b; Castro-Piñero et al., 2010a; Castro-Piñero et al., 2011). Lamentablemente debido al número de participantes del presente estudio no se pudo separar los niños que presentaban bajo peso corporal del normo peso o el sobrepeso de la obesidad. Por la misma razón, tampoco se pudo analizar los niños y las niñas separadamente. Sin embargo, los resultados del presente estudio mostraron una igual frecuencia de niños que de niñas por lo que se evitaba una posible contaminación de los resultados obtenidos.

En definitiva, el estado del peso corporal está asociado a un mayor rendimiento para los niños y niñas sin sobrepeso frente a los catalogados como sobrepeso/ obesidad para los niveles de condición física relacionados con la salud, como son la resistencia cardiovascular, la fuerza muscular y la composición corporal. Sin embargo, en los niveles de flexibilidad parece que dicha influencia no está tan clara. Asimismo, cuando la fuerza muscular es medida con algunas pruebas en las que no influyen el peso corporal (por ejemplo, dinamometría manual) los niños con sobrepeso u obesidad presentan mayores niveles de fuerza. Esto último podría ser explicado porque estos niños también presentan una mayor cantidad de materia libre de grasa.

Parece que todos estos aspectos deberían ser cuidados durante la evaluación de la condición física entre los niños. Por ejemplo, los profesores de Educación Física que tengan un gran número de alumnos con sobrepeso/ obesidad debería optar por aquellas pruebas de fuerza muscular en las que no hubiese una

influencia del exceso de grasa como la dinamometría manual o el lanzamiento de balón. En cambio, para la resistencia cardiorespiratoria parece que en el contexto escolar no se han encontrado pruebas que no se vean influidas por el IMC (Castro-Piñero et al., 2011).

CONCLUSIONES

Los niños y niñas de 10-12 años sin sobrepeso presentan menores valores de IMC, pliegues cutáneos (tríceps y pierna medial), porcentaje de grasa corporal, así como mayores valores en el salto de longitud, Course Navette, y consumo de oxígeno máximo estimado que sus compañeros con sobrepeso u obesidad. El menor rendimiento en el Course Navette y salto de longitud en los niños con sobrepeso/obesidad podría quedar explicado, además de por la falta real de forma física, por el exceso de peso graso. En cambio, los niños con sobrepeso/obesidad presentan una tendencia hacia una mayor fuerza de prensión manual. Esto podría ser explicado porque los niños con sobrepeso/obesidad también presentan una mayor cantidad de materia libre de grasa. Por su parte, la flexibilidad medida mediante el sit-and-reach parece no estar asociada al IMC. Los profesores de Educación Física deberían optar por aquellas pruebas en las que no hubiese una influencia de la masa corporal durante su ejecución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aires, L., Andersen, L. B., Mendoça, D., Martins, C., Silva, G., y Mota, J. (2010). A 3-year longitudinal analysis of changes in fitness, physical activity, fatness and screen time. *Acta Paediatrica*, 99, 140-144. doi:10.1111/j.1651-2227.2009.01536.x
2. Alvero Cruz, J. R., Cabañas Armesilla, M. D., Herrero de Lucas, A., Martínez Ríaza, L., Moreno Pascual, C., Porta Manzanido, J., Sillero Quintana, M., y Sirvent Belando, J. E. (2009). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de cineantropometría de la federación española de medicina del deporte. *Archivos de Medicina del Deporte*, 26(131), 166-179. Disponible en



- <http://www.femede.es/page.php?/Publicaciones/RevistaAMD>
3. American College of Sport Medicine (1998). The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(6), 975-991. Disponible en <http://journals.lww.com/acsmmsse/pages/default.aspx>
 4. Ardoy, D. N., Fernández-Rodríguez, J. M., Chillón, P., Artero, E. G., España-Romero, V., Jiménez-Pavón, D., Ruiz, J. R., Guirado-Escámez, C., Castillo, M. J., y Ortega, F. B. (2010). Educando para mejorar el estado de forma física, estudio Edufit: Antecedentes, diseño, metodología y análisis del abandono/adhesión al estudio. *Revista Española de Salud Pública*, 84(2), 151-168. Disponible en www.scielosp.org
 5. Artero, E. G., España-Romero, V., Ortega, F. B., Jiménez-Pavón, D., Ruiz, J. R., Vicente-Rodríguez, G., Bueno, M., Marcos, A., Gómez-Martínez, S., Urzanqui, A., González Gross, M., Moreno, L. A., y Gutiérrez, A., Castillo, M. J. (2010). Health-related fitness in adolescents: underweight, and not only overweight, as an influencing factor. The AVENA study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 418-427. doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.00959.x
 6. Asociación Médica Mundial (2008). *Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial: principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. Disponible en <http://www.wma.net/s/policy/b3.htm>
 7. Baumgartner, T. A., y Chung, H. (2001). Confidence Limits for Intraclass Reliability Coefficients. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 5, 179-188. Disponible en <http://www.tandfonline.com/loi/hmpe20>
 8. Benson, A. C., Torode, M. E., y Singh, M. A. (2006). Muscular strength and cardiorespiratory fitness is associated with higher insulin sensitivity in children and adolescents. *International Journal of Pediatric Obesity*, 1, 222-231. doi: 10.1080/17477160600962864
 9. Borrás, P. A., Vidal, J., Ponseti, X., Cantalops, J., y Palou, P. (2011). Predictors of quality of life in children. *Journal of Human Sport & Exercise*, 6(4), 649-656. doi:10.4100/jhse.2011.64.08
 10. Bouchard, C., y Sheppard, R. J. (1994). Physical activity, fitness, and health: the model and key concepts. En C. Bouchard, R. J. Sheppard, y T. Stephens (Eds.), *Physical Activity, Fitness, and Health* (pp. 77-88). Champaign, IL: Human Kinetics.
 11. Casajús, J. A., Leiva, M. T., Villarroya, A., Legaz, A., y Moreno, L. A. (2007). Physical performance and school physical education in overweight Spanish children. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 51(3), 288-296. doi: 10.1159/000105459
 12. Castro-Piñero, J., Artero, E. G., España-Romero, V., Ortega, F. B., Sjöström, M., y Ruiz, J. R. (2009a). Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 44, 934-943. doi: 10.1136/bjism.2009.058321
 13. Castro-Piñero, J., González-Montesinos, J. L., Keating, X. D., Mora, J., Sjöström, M., y Ruiz, J. R. (2010a). Percentile values for running sprint field tests in children ages 6-17 years: Influence of weight status. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 81, 143-151.
 14. Castro-Piñero, J., González-Montesinos, J. L., Mora, J., Keating, X. D., Girela-Rejón, M. J., Sjöström, M., y Ruiz, J. R. (2009b). Percentile values for muscular strength field tests in children aged 6 to 17 years: Influence of weight status. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 2295-2310.



15. Castro-Piñero, J., Ortega, F. B., Keating, X. D., González-Montesinos, J. L., Sjöström, M., y Ruiz, J. R. (2011). Percentile values for aerobic performance running/walking field tests in children aged 6 to 17 years; influence of weight status. *Nutrición Hospitalaria*, 26, 572-578.
16. Castro-Piñero, J., Ortega, F. B., Artero, E. G., Girela-Rejón, M. J., Mora, J., Sjöström, M., y Ruiz, J. R. (2010b). Assessing muscular strength in youth: usefulness of standing long jump as a general index of muscular fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1810-1817. Disponible en <http://journals.lww.com/nsca-jscr/pages/default.aspx>
17. Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., y Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *British Medical Journal*, 320, 1240-1243. doi:10.1136/bmj.320.7244.1240
18. Consejo de Europa, Comité para el Desarrollo del Deporte (1992). *EUROFIT: Test Europeo de Aptitud Física*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
19. Da Silva Díaz, R., y Gómez-Conesa, A. (2008). Síndrome de los isquiotibiales acortados. *Fisioterapia*, 30, 186-193. doi:10.1016/j.ft.2008.07.004
20. De la Cruz Sánchez, E., y Pino Ortega, J. (2010). Análisis de la condición física en escolares extremeños asociada a las recomendaciones de práctica de actividad física vigentes en España. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 5, 45-49.
21. España-Romero, V., Artero, E. G., Santaliestra-Pasias, A. M., Gutierrez, A., Castillo, M. J., y Ruiz, J. R. (2008). Hand Span Influences Optimal Grip Span in Boys and Girls Aged 6 to 12 Years. *Journal of Hand Surgery*, 33, 378-384. doi:10.1016/j.jhsa.2007.11.013
22. Esparza, F. (1993). *Manual de cineantropometría. Monografías de FEMEDE*. Pamplona: FEMEDE.
23. Feldman, D. E., Shrier, I., Rossignol, M., y Abenham, L. (2001). Risk factors for the development of low back pain in adolescence. *American Journal of Epidemiology*, 154, 30-36. Disponible en <http://aje.oxfordjournals.org/>
24. Freedman, D. S., Ogden, C. L., Berenson, G. S., y Horlickd, M. (2005). Body mass index and body fatness in childhood. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 8, 618-623. Disponible en: <http://journals.lww.com/clinicalnutrition/pages/default.aspx>
25. Gale, C. R., Martyn, C. N., Cooper, C., y Sayer, A. A. (2007). Grip strength, body composition, and mortality. *International Journal of Epidemiology*, 36, 228-235. doi:10.1093/ije/dyl224
26. Garcia-Artero, E., Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Mesa, J. L., Delgado, M., Gonzalez-Gross, M., Garcia-Fuentes, M., Vicente-Rodriguez, G., Gutierrez, A., y Castillo, M. J. (2007). Lipid and metabolic profiles in adolescents are affected more by physical fitness than physical activity (AVENA study). *Revista Española de Cardiología*, 60, 581-588. doi:10.1157/13107114
27. Gläßer, N., Zellner, K., y Kromeyer-Hauschild, K. (2011). Validity of body mass index and waist circumference to detect excess fat mass in children aged 7–14 years. *European Journal of Clinical Nutrition*, 65, 151-159; doi:10.1038/ejcn.2010.245
28. Janssen, I., Katzmarzyk, P. T., Óbice, W. F., Vereecken, C., Mulvihill, C., Roberts, C., Currie, C., y Pickett, W. (2005). Comparison of overweight and obesity prevalence in school-aged youth from 34 countries and their relationships with physical activity and dietary patterns. *Obesity Reviews*, 6(2), 123-132. doi: 10.1111/j.1467-789X.2005.00176.x



29. Jones, M. A., Stratton, G., Reilly, T., y Unnithan, V. B. (2005). Biological risk indicators for recurrent non-specific low back pain in adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 137-140. doi: 10.1136/bjism.2003.009951
30. Kodama, S., Saito, K., Tanaka, S., Maki, M., Yachi, Y., Asumi, M., Sugawara, A., Totsuka, K., Shimano, H., Ohashi, Y., Yamada, N., y Sone, H. (2009). Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *The Journal of the American Medical Association*, 301, 2024-2035. doi: 10.1001/jama.2009.681
31. Kujala, U. M., Salminen, J. J., Taimela, S., Oksanen, A., y Jaakkola, L. (1992). Subject characteristics and low back pain in young athletes and nonathletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 627-632. Disponible en <http://journals.lww.com/acsm-msse/pages/default.aspx>
32. Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., y Lambert, J. (1988). The multistage 20 m shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Science*, 6(2), 93-101. Disponible en <http://www.tandf.co.uk/journals/rjisp>
33. Manonelles, P., Alacaraz, J., Álvarez, J., Jiménez, F., Luengo, E., Manuz, B., Naranjo, J., Palacios, N., Pérez, M., y Villegas, J. A. (2008). La utilidad de la actividad física y de los hábitos adecuados de nutrición como medio de prevención de la obesidad en niños y adolescentes. Documento de consenso de la Federación Española de Medicina del Deporte (FEMEDE). *Archivos de Medicina del Deporte*, 25(127), 333-353.
34. Metter, E. J., Talbot, L. A., Schragar, M., y Conwit, R. (2002). Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *Journal of Gerontology*, 57, B359-365. Disponible en <http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/>
35. Mikkelsen, L. O., Nupponen, H., Kaprio, J., Kautiainen, H., Mikkelsen, M., y Kujala, U. (2006). Adolescent flexibility, endurance strength, and physical activity as predictors of adult tension neck, low back pain, and knee injury: A 25 year follow up study. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 107-113. doi: 10.1136/bjism.2004.017350
36. Milanese, C., Bortolami, O., Bertucco, M., Verlato, G., y Zancanaro, C. (2010). Anthropometry and motor fitness in children aged 6-12 years. *Journal of Human Sport and Exercise*, 5(2), 265-279. doi: 10.4100/jhse
37. Moreno, L. A., Mesana, M. I., Fleta, J., Ruiz, J., González-Gross, M., Sarría, A., Marcos, A., y Bueno, M. (2005). Overweight, Obesity and Body Fat Composition in Spanish adolescents. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 49, 71-76. doi:10.1159/000084738
38. Moreno, L. A., Mesana, M. I., González-Gross, M., Gil, C. M., Fleta, J., Wärnberg, J., Ruiz, J. R., Sarría, A., Marcos, A., y Bueno, M. (2006). Anthropometric body fat composition reference values in Spanish adolescents. The AVENA Study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 60, 191-196. doi: 10.1038/sj.ejcn.1602285
39. Moreno, L. A., Mesana, M. I., González-Gross, M., Gil, C. M., Ortega, F. B., Fleta, J., Wärnberg, J., León, J. F., Marcos, A., y Bueno, M. (2007). Body fat distribution reference standards in Spanish adolescents: the AVENA Study. *International Journal of Obesity*, 31, 1798-1805. doi:10.1038/sj.ijo.0803670
40. Organización Mundial de la Salud (2004). *The global strategy on diet, physical activity and health*. Geneva.
41. Ortega, F. B., Artero, E. G., Ruiz, J. R., España-Romero, V., Jiménez-Pavón, D., Vicente-Rodríguez, G., Moreno, L. A., Manios, Y., Béghin, L., Ottevaere, C., Ciarapica, D., Sarri, K., Dietrich, S., Blair, S. N., Kersting, M., Molnar, D., González-



- Gross, M., Gutiérrez, A., Sjöström, M., y Castillo, M. J. (2011). Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *British Journal of Sports Medicine*, 45, 20-29. doi:10.1136/bjism.2009.062679
42. Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., Moreno, L. A., González-Gross, M., Warnberg, J., y Gutiérrez, A. (2005). Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular futura (Estudio AVENA). *Revista Española de Cardiología*, 58, 898-909. doi: 10.1157/13078126
43. Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., y Sjöström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International Journal of Obesity*, 32, 1-11. doi:10.1038/sj.ijo.0803774
44. Ruiz, J. R., Castro-Piñero, J., España-Romero, V., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca, M. M., Jimenez-Pavón, D., Chillón, P., Girela-Rejón, M. J., Mora, J., Gutiérrez, A., Suni, J., Sjöström, M., y Castillo, M. J. (2011). Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, 45, 518-524. doi: 10.1136/bjism.2010.075341
45. Ruiz, J. R., España-Romero, V., Ortega, F. B., Sjöström, M., Castillo, M. J., y Gutiérrez, A. (2006). Hand Span Influences Optimal Grip Span in Male and Female Teenagers. *The Journal of Hand Surgery*, 31, 1367-1372. doi:10.1016/j.jhsa.2006.06.014
46. Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Wörnberg, J., Moreno, L. A., Carrero, J. J., Gonzalez-Gross, M., Marcos, A., Gutierrez, A., y Sjoström, M. (2008). Inflammatory proteins are associated with muscle strength in adolescents; the AVENA Study. *Archives Pediatrics & Adolescst Medicine*, 162, 462-468. Disponible en www.archpediatrics.com
47. Sasaki, H., Kasagi, F., Yamada, M., y Fujita, S. (2007). Grip strength predicts cause-specific mortality in middle-aged and elderly persons. *The American Journal of Medicine*, 120, 337-342. doi: 10.1016/j.amjmed.2006.04.018
48. Shrout, P. E., y Fleiss, J. L. (1979). Intraclass Correlations: Uses in Assessing Rater Reliability. *Psychological Bulletin*, 86, 420-428. Disponible en <http://www.apa.org/journals/bul/>
49. Sjölie, A. N. (2004). Low-back pain in adolescents is associated with poor hip mobility and high body mass index. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 14, 168-175. doi: 10.1111/j.1600-0838.2003.00334.x
50. Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D., y Bembien, D. A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 60(5), 709-723. Disponible en <http://www.humbiol.com/abouthumanbiology.html>
51. Tokmakidis, S. P., Kasambalis, A., y Christodoulos, A. D. (2006). Fitness levels of Greek primary schoolchildren in relationship to overweight and obesity. *European Journal of Pediatrics*, 165, 867-874. doi: 10.1007/s00431-006-0176-2
52. Tomkinson, G. R., Léger, L. A., Olds, T. S., y Cazorla, G. (2003). Secular trends in the performance of children and adolescents (1980-2000): an analysis of 55 studies of the 20 m shuttle run test in 11 countries. *Sports Medicine*, 33, 285-300. Disponible en <http://adisonline.com/sportsmedicine/pages/default.aspx>
53. Watanabe, T., Owashi, K., Kanauchi, Y., Mura, N., Takahara, M., y Ogino, T. (2005). The short-term reliability of grip strength measurement and the effects of posture and grip span. *The Journal of Hand Surgery*, 30, 603-609. doi:10.1016/j.jhsa.2004.12.007