

NIVELES DE CONDICIÓN FÍSICA DE ESCOLARES DE 8 A 11 AÑOS EN RELACIÓN AL GÉNERO Y A SU ESTATUS CORPORAL

PHYSICAL FITNESS LEVELS OF SCHOOL CHILDREN AGED 8 TO 11 YEARS IN RELATION TO GENDER AND NUTRITIONAL STATUS

Andrés **ROSA-GUILLAMÓN** (Universidad de Murcia — España)¹

Pedro L. **RODRÍGUEZ-GARCÍA** (Universidad de Murcia — España)

Eliseo **GARCÍA-CANTÓ** (Universidad de Murcia — España)

Juan-José **PÉREZ-SOTO** (Universidad de Murcia — España)

RESUMEN

La condición física es un importante marcador biológico del estado general de salud y calidad de vida desde la infancia. El objetivo de la presente investigación es analizar el nivel de condición física en escolares de 8 a 11 años en relación al género y a su estatus corporal. Diseño descriptivo-transversal donde participaron 256 escolares (142 mujeres) de 8 a 11 años. Se evaluó la composición corporal y condición física mediante la Batería ALPHA-Fitness. El índice de masa corporal (normo-peso, sobrepeso y obesidad) fue categorizado usando criterios estándar. Los resultados de este estudio sugieren que los escolares con normo-peso poseen niveles superiores de condición física. En la comparación separada por sexo entre varones y mujeres en función del estatus nutricional, las diferencias estadísticas en la evaluación realizada son similares.

ABSTRACT

Physical fitness is an important biomarker of overall health and quality of life since childhood. The aim of this study was to analyze the level of physical fitness in school children aged 8 to 11 years in relation to gender and their nutritional status. A cross-sectional descriptive study, 256 schoolchildren (146 females) aged 8-11. Body composition and the physical fitness were assessed using the *ALPHA-Fitness Test Battery*. The body mass index (normal-weight, overweight and obesity) was classified using standard criteria. The results of this study suggest that normal-weight school children have

¹ Correos electrónicos de los autores: andres.rosa@yahoo.es, plrodri@um.es, eliseo.garcia@um.es y juanjoperezsoto@gmail.com

higher levels of physical fitness. In separate by gender between males and females according to nutritional status comparison, the statistical differences in the evaluation performed are similar.

PALABRAS CLAVE. Carrera 4x10m; salto longitudinal; dinamometría manual; Course-Navette; infancia.

KEYWORDS. Shuttle run 4x10m; standing long jump; handgrip strength; Course-Navette; childhood.

1. INTRODUCCIÓN

Numerosas investigaciones señalan la relación existente entre el nivel de condición física (CF) y la salud corporal, sobre todo en relación con la morbimortalidad por alteraciones cardio-vasculares y otras afecciones orgánicas (Ortega y cols., 2005). La CF se define como la capacidad de una persona para realizar actividad física y constituye una medida integrada de las funciones y estructuras que intervienen en el movimiento corporal (Ruiz y cols., 2011). Algunos autores consideran que la composición corporal es un componente relevante de la CF, así como un indicador de salud y calidad de vida (Castro-Piñero y cols., 2009; Ortega, Ruiz y Castillo, 2013).

A través de medidas de la composición corporal, investigadores e instituciones de ámbito internacional han establecido diversas categorías en el estatus nutricional de personas jóvenes (Cole, Bellizzi, Flegal y Dietz, 2000; Ogden, Carroll, Curtin, McDowell, Tabak y Flegal, 2006). Factores como una alimentación no equilibrada, el descenso en la práctica deportiva y el aumento de patrones de comportamiento sedentarios vinculados a determinantes genéticos pueden afectar al estatus nutricional (Ortega, Ruiz y Castillo, 2013).

Una de las patologías íntimamente ligadas a estos factores es la obesidad. La elevada prevalencia de obesidad no solo afecta a países industrializados sino también a países en vías de desarrollo, de ahí que se haya descrito en términos de epidemia mundial, siendo España en el conjunto de la Unión Europea uno de los países más afectados (Ramón, Verdaguer, Conti, Rotger y Sampol, 2012). La obesidad se asocia a enfermedades fisiológicas como dislipidemias, aterosclerosis, asma, hipertensión o cáncer de colon y mama (Teixeira y cols., 2006). También, se asocia con vulnerabilidades psicosociales, tales como una baja autoestima, sentimiento de inferioridad, ansiedad, depresión, conducta antisocial o apatía (Mata y cols., 2011).

Este hecho resulta especialmente preocupante en la etapa escolar debido a que se ha evidenciado que tener sobrepeso u obesidad en la infancia y adolescencia está relacionado de manera directa con la prevalencia de padecer enfermedades cardiovasculares en la edad adulta (Eisenman y cols., 2005; Ortega y cols., 2013).

Evaluar el estatus nutricional y la CF desde edades tempranas puede contribuir a obtener informes del estado de salud de la población escolar, así como favorecer la adopción de hábitos de estilo de vida activo y saludable. Además, se ha descrito que el Índice de Masa Corporal (IMC) es un potente predictor antropométrico del estado de CF (Zenić, Foretić y Blazević, 2013).

En este sentido, diversos estudios han analizado la relación entre el estatus nutricional definido a través del IMC y el rendimiento en diversos test de CF en escolares (Castro-Piñero y cols., 2011; De la Cruz y Pino, 2010; Casajús y cols., 2007; Tokmakidis, Kasambalis y Christodoulos, 2006) y adolescentes (Artero y cols., 2010; Coelho y cols. 2013).

Castro-Piñero y cols. (2009) estudiaron la relación entre estatus nutricional y rendimiento en el test de salto horizontal y en el test de salto vertical en jóvenes de 8-17 años. Estos autores observaron que aquellos individuos con normo-peso presentaban valores superiores en ambas pruebas. Por su parte, Casajús y cols. (2007), analizaron la asociación entre el estatus nutricional y otras variables antropométricas con el nivel capacidad aeróbica en 2.869 jóvenes de 7-17 años. Los hallazgos de este estudio mostraron que aquellos jóvenes con un estatus nutricional saludable presentaban una mejor condición cardiovascular y un menor riesgo de accidente cardiovascular. Ambos estudios coinciden en contemplar al estatus nutricional como un elemento diferenciador en el nivel de rendimiento observado en pruebas de valoración de la fuerza muscular y resistencia aeróbica.

No obstante, son escasos los trabajos realizados con escolares que analizan la relación entre estatus nutricional y CF global (Maestre, 2010; Mayorga y cols., 2012; Tokmakidis y cols., 2006). Del mismo modo, son numerosos los estudios que no incluyen como indicador del nivel de CF parámetros como el $VO_{2\text{máx}}$. En base a las consideraciones precedentes, el objetivo de este estudio fue determinar la relación entre el estatus nutricional definido a través del IMC y diversos componentes de la condición física en una muestra de escolares primaria.

2. MATERIAL Y MÉTODO

Características de la población y muestra

En el presente trabajo de investigación fue estudiada una muestra de 256 escolares (114 varones y 142 mujeres) de edades comprendidas entre 8 y 11 años. El diseño del estudio fue descriptivo y de corte transversal (Thomas y Nelson, 2007). La muestra de participantes (muestra de conveniencia) pertenecía a centros públicos de Educación Primaria. Como criterio de inclusión en el estudio se planteó la ausencia de patologías crónicas o riesgo osteo-muscular y cardiovascular. Se informó mediante carta al equipo directivo y asociación de padres del protocolo del estudio, y todos dieron su consentimiento informado para que los escolares pudieran participar. Se recibió posteriormente la aprobación del Comité de Bioética de la Universidad de Murcia (Murcia, España).

Asimismo, la investigación se llevó a cabo de acuerdo con las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki (revisión de 2008), y siguiendo las recomendaciones de Buena Práctica Clínica de la CEE (documento 111/3976/88 de julio de 1990) y la normativa legal vigente española que regula la investigación clínica en humanos (Real Decreto 561/1993 sobre ensayos clínicos).

Diseño y variables objeto de estudio

La aptitud física de los participantes para realizar los tests de CF se obtuvo a través del Cuestionario de Aptitud para la Actividad Física (Thomas, Reading y Shepard, 1992). Para medir la CF se empleó la *Batería ALPHA-Fitness basada en la evidencia*, y se añadió el test de carrera 4x10 metros que se plantea en la versión extendida por la relación positiva entre capacidad motora y salud osteo-articular (Ruiz y cols., 2011). Las pruebas de medición seleccionadas facilitan una valoración objetiva y completa de la CF (Ortega y cols., 2005) y tienen una relación directa con la salud, según los postulados del American College of Sport Medicine (Amstrong, Whaley, Brubaker y Otto, 2005).

Durante todo el proceso se siguió el protocolo (medida, número de ensayos y puntuación) determinado en la *Batería ALPHA-Fitness* (Ruiz y cols., 2011). El orden de evaluación fue el siguiente:

Se midió el peso corporal (kilogramos) mediante una báscula electrónica (modelo 220, SECA, Hamburgo, Alemania) que tenía un nivel de error de $\pm 0,1$ Kg. La estatura (centímetros) fue medida mediante un tallímetro telescópico incorporado en la báscula. Se calculó el índice de masa corporal (IMC) definido como el peso en kg dividido por la talla en metros al cuadrado.

Las pruebas de fiabilidad y validez realizadas para el peso corporal dieron como resultado un coeficiente de correlación R intra-clase (CCI) de 0,97 para las pruebas intra-explorador, no existiendo variabilidad en las medidas intra-casos ($p < ,05$), y de 0,98 en la prueba inter-exploradores. Para la talla las pruebas de fiabilidad y validez realizadas arrojaron como resultado un CCI de 0,99 para las pruebas intra-explorador, no existiendo variabilidad en las medidas intra-casos ($p < ,05$), y de 0,90 en la prueba inter-exploradores.

A partir de los datos recogidos sobre el peso y talla, se calculó el índice de masa corporal (IMC), definido como el peso en kilogramos dividido por la talla en metros al cuadrado. Los escolares fueron categorizados en tres grupos de estatus nutricional mediante puntos de corte del IMC ajustados para su sexo y edad: normo-peso, sobrepeso y obesidad (Cole, Bellizzi, Flegal y Dietz, 2000).

El perímetro de la cintura (centímetros) se midió con una cinta antropométrica (Harpenden Anthropometric Tape, Holtain Ltd, Dyfed, UK). Las pruebas de fiabilidad y validez realizadas para el perímetro de cintura arrojaron un CCI de 0,99 para las pruebas intra-explorador, no existiendo variabilidad en las medidas intra-casos ($p < ,05$), y de 0,98 en la prueba inter-exploradores.

Se calculó también el área de superficie corporal (ASC), en metros cuadrados y a través de la fórmula de Haycock y cols. (1978): $ASC = 0,024265 \times \text{peso (kg)}^{0,5378} \times \text{altura (cm)}^{0,3964}$

El metabolismo basal (calorías), definido como la cuota calórica necesaria para mantener vivo el organismo y sus funciones fisiológicas, en estado de reposo absoluto, en ayunas y a temperatura constante (Neri y Bargosi, 2000), se calculó según la altura,

género y peso, con coeficientes fijos siguiendo las siguientes fórmulas: *Metabolismo Basal (varón):* $655 + (9,6 \times \text{peso}) + (1,8 \times \text{altura}) - (4,7 \times \text{edad})$. *Metabolismo Basal (mujeres):* $66 + (13,7 \times \text{peso}) + (5 \times \text{altura}) - (6,8 \times \text{edad})$.

La velocidad de desplazamiento y agilidad (segundos) fue medida con el test de carrera de ida y vuelta 4x10 metros (Vicente-Rodríguez y cols., 2012). Se utilizó como instrumento de medida un cronómetro profesional (HS-80TW-1EF, Casio, Tokio, Japan).

En el test 4 x 10m las pruebas de fiabilidad y validez mostraron un CCI de 0,95 e inter-explorador de 0,99. No se observó variabilidad entre las medidas intra-casos ($p < ,05$), por lo que la prueba arrojó una validez adecuada.

La fuerza de prensión manual (Kilogramos) fue medida a través de dinamometría manual mediante un dinamómetro digital con agarre ajustable (TKK 5041 Grip D, Takei, Tokio, Japan), y con una regla-tabla para adaptar la amplitud del agarre (España-Romero y cols., 2010).

Las pruebas de fiabilidad y validez mostraron en el test de dinamometría un CCI de 0,93 e inter-explorador de 0,95. No se observó variabilidad entre las medidas intra-casos ($p < ,05$), por lo que la prueba arrojó una validez adecuada.

La potencia del tren inferior (centímetros) se valoró mediante salto longitudinal (Castro Piñero y cols., 2010). Se empleó para su medida una cinta métrica de PVC y fibra de vidrio (Modelo 74-Y100M, CST/Berger, Chicago, USA).

En el test de salto longitudinal se registraron un CCI de fiabilidad intra e inter-explorador de 0,99. La prueba mostró una validez adecuada debido a la ausencia de variabilidad entre las medidas intra-casos ($p < ,05$).

Se calculó el índice de fuerza muscular (IFM) como la suma de las puntuaciones z estandarizadas de la razón entre el test de dinamometría/peso y del test de salto longitudinal (Ortega y cols., 2013).

La capacidad aeróbica fue medida a través del test de Course-Navette (Lèger, Mercier, Gadoury, y Lambert 1988), una prueba de campo indirecta-incremental-máxima. Se anotó el último palier completado y se estimó indirectamente el consumo máximo de oxígeno ($VO_2\text{máx}$) usando las ecuaciones de Lèger a partir del resultado en el test de Course-Navette y edad (Lèger y cols., 1984). Se empleó un equipo audio portátil (Behringer EPA40, Thomann, Burgebrach, Germany) y un dispositivo de memoria USB (Hayabusa, Toshiba, Tokio, Japan).

Las pruebas de fiabilidad y validez realizadas para el test de Course-Navette mostraron un CCI de 0,98 para las pruebas intra-explorador, no existiendo variabilidad en las medidas intra-casos ($p < ,05$), y en la prueba inter-exploradores de 0,90.

Se calculó una medida global de la CF (CF-ALPHA) a través de suma de la media escalada de las puntuaciones de los participantes en cada prueba de CF (carrera 4x10 metros, dinamometría manual, salto longitudinal y Course-Navette).

Procedimiento

Antes de comenzar el estudio, el investigador principal realizó una prueba piloto con tres sesiones teórico-prácticas en los centros participantes para desarrollar una estricta estandarización del protocolo de medición y aportar rigurosidad al estudio. Todos los participantes fueron evaluados por el investigador principal. Durante la primera sesión, en una sala anexa al centro educativo y vistiendo ropa ligera, se realizó la valoración antropométrica. En la segunda sesión, en la pista polideportiva y vistiendo ropa deportiva se realizaron las medidas de los tests de campo de la CF. Se realizó un calentamiento previo de 8 minutos dirigido por el investigador auxiliar que consistió en carrera continua de baja intensidad, ejercicios de movilidad articular y estiramientos activos. El trabajo fue realizado durante el curso académico (2013/14), en horario lectivo, y en similares condiciones climáticas, visitando los centros durante el mes de noviembre de 2013.

Análisis estadístico

Para el análisis de las variables continuas se utilizaron los estadísticos de media y desviación estándar. Las diferentes variables presentaron una distribución normal medida a través la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Para comprobar la fiabilidad de las medidas realizadas se utilizó el coeficiente de correlación intra-clase (CCI) (Shrout y Fleiss, 1979). Se aplicó un análisis de varianza (*one-way ANOVA*) para determinar la relación entre variables dependientes de naturaleza continua e independientes categóricas. El tamaño del efecto se calculó tras la recogida de los datos mediante la prueba *d* de Cohen, ya que analizamos las diferencias entre medias estandarizadas, donde se determinó el número de desviaciones típicas de diferencia entre los resultados de los grupos comparados entre pares. En los casos de factores de tres modalidades se halló dicho tamaño del efecto realizando comparaciones entre pares de variables.

Cohen (1988) dio algunas referencias para interpretar la magnitud de los tamaños del efecto: $d=0.20$ (*tamaño del efecto pequeño*); $d= 0.50$ (*tamaño del efecto mediano*); $d= 0.80$ (*tamaño del efecto grande*).

En la relación de variables categóricas se utilizó la prueba de Chi-cuadrado de Pearson con análisis de residuos. Se fijó un nivel de significación en $\alpha = 0,05$. El análisis estadístico de los datos fue realizado con el programa estadístico SPSS (v.19.0, SPSS Inc., Chicago, EE.UU.).

3. RESULTADOS

Las características descriptivas de los escolares estudiados se presentan en la tabla I. El análisis de varianza de un factor (*one way ANOVA*) mostró que los varones obtuvieron un mejor rendimiento en las pruebas de 4x10m, salto longitudinal, Course-Navette, así como valores superiores en CF-ALPHA, IFM y VO₂máx (p entre $< 0,05$ y $< 0,001$). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el peso, talla, IMC, ASC, perímetro de cintura y metabolismo basal. La distribución según el estatus nutricional

mostró una elevada prevalencia de sobrepeso y obesidad en ambos sexos (40,3 vs. 38,8%, respectivamente).

Tabla I. Descriptivos básicos de los parámetros estudiados

| | Varones (n = 114) | Mujeres (n = 142) | | |
|--|----------------------|----------------------|---------|------------|
| | Media ± DE | Media ± DE | p | d de Cohen |
| Edad (años) | 9,4 ± 1,3 | 9,4 ± 1,3 | 0,833 | 0,055 |
| Peso (kg) | 38,1 ± 11,1 | 37,4 ± 10,8 | 0,616 | 0,079 |
| Talla (cm) | 139,5 ± 12,0 | 139,0 ± 12,4 | 0,778 | 0,059 |
| IMC (kg·m ²) ^a | 19,2 ± 3,4 | 19,1 ± 3,7 | 0,715 | 0,065 |
| Normo-peso (%) | 59,6 | 61,3 | 0,127 | - |
| Sobrepeso (%) | 30,7 | 25,4 | 0,906 | - |
| Obesidad (%) | 9,6 | 13,4 | 0,144 | - |
| ASC (m ²) ^b | 1,2 ± 0,4 | 1,2 ± 0,4 | 0,625 | 0,078 |
| Perímetro de cintura (cm) | 66,0 ± 10,4 | 65,35 ± 9,7 | 0,611 | 0,160 |
| Metabolismo basal (cal) | 1228 ± 120,7 | 1220,3 ± 117,6 | 0,612 | 0,080 |
| 4x10m (s) | 13,5 ± 1,3 | 13,9 ± 1,3 | 0,020 | 0,647 |
| Dinamometría manual (Kg) | 16,8 ± 6,1 | 15,8 ± 5,3 | 0,147 | 0,306 |
| Salto longitudinal (cm) | 104,9 ± 19,9 | 99,4 ± 20,1 | 0,031 | 0,582 |
| Course-Navette (paliers) | 3,7 ± 1,8 | 2,9 ± 1,3 | < 0,001 | 0,967 |
| CF-ALPHA (0-10) ^c | 5,6 ± 2,0 | 4,7 ± 2,1 | < 0,001 | 0,954 |
| IFM (puntuación Z) ^d | 0,2 ± 1,4 | -0,1 ± 1,4 | 0,027 | 0,599 |
| VO ₂ máx (mL/kg ⁻¹ /min ⁻¹) ^e | 47,5 ± 4,2 | 46,1 ± 3,2 | 0,002 | 0,890 |

^a Índice de Masa Corporal; ^b Área de Superficie Corporal; ^c Condición Física- ALPHA; ^d Índice de Fuerza Muscular; ^e Consumo máximo de oxígeno.

La tabla II muestra el análisis de correlaciones parciales controladas por edad y sexo entre los parámetros relacionados con el estatus nutricional y las variables de CF. Un elevado peso, IMC, ASC y metabolismo basal se correlacionó con un menor rendimiento en las pruebas de salto longitudinal, Course-Navette, además de presentar valores inferiores en CF-ALPHA e IFM (r entre -0,404 y -0,119, p entre < 0,05 y < 0,001). También se observaron rendimientos inferiores en el test 4x10m (r entre 0,192 y 0,218, p entre < 0,01 y < 0,001) y un menor VO₂máx (r entre -0,384 y -0,272, p < 0,001).

Un elevado perímetro de cintura se correlacionó con un inferior rendimiento en salto longitudinal, Course-Navette, así como valores inferiores en CF-ALPHA e IFM (r entre -0,381 y -0,190, p entre < 0,01 y < 0,001). También se hallaron menores valores en el VO₂máx (r = -0,360, p < 0,001). Un mayor perímetro de cintura también se correlacionó con un menor rendimiento en el test de salto longitudinal (r = -0,190, p < 0,01).

Valores superiores en el peso, IMC y perímetro de cintura se correlacionaron con un mejor rendimiento en la prueba de dinamometría manual (r entre 0,191 y 0,332, p entre $< 0,01$ y $< 0,001$).

No se observaron correlaciones estadísticamente significativas entre la talla y los parámetros de CF estudiados.

Tabla II. Correlación entre los parámetros de composición corporal y condición física

| | Peso (kg) | Talla (cm) | IMC (kg·m ²) ^a | ASC (m ²) ^b | PC (cm) ^c | MB (cal) ^d |
|--|-----------|------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| 4x10m (s) | 0,192** | -0,007 | 0,218*** | 0,180*** | 0,224*** | 0,175** |
| Dinamometría manual (Kg) | 0,332*** | 0,379 | 0,191** | 0,367*** | 0,303*** | 0,355*** |
| Salto longitudinal (cm) | -0,103 | 0,025 | -0,136 | -0,080 | -0,190** | -0,091 |
| Course-Navette (paliers) | -0,351*** | -0,034 | -0,404*** | -0,310*** | -0,381*** | -0,325*** |
| CF-ALPHA (0-10) ^e | -0,160* | 0,112 | -0,248*** | -0,119* | -0,224*** | -0,131* |
| IFM (puntuación Z) ^f | -0,308*** | -0,030 | -0,366*** | -0,265*** | -0,316*** | -0,286*** |
| VO ₂ máx (mL/kg ⁻¹ /min ⁻¹) ^e | -0,317*** | 0,012 | -0,384*** | -0,272*** | -0,360*** | -0,288*** |

^a Índice de Masa Corporal; ^b Área de Superficie Corporal; ^c Perímetro de Cintura; ^d Metabolismo Basal; ^e Condición Física- ALPHA; ^f Índice de Fuerza Muscular; ^g Consumo máximo de oxígeno.

En la tabla III se pueden observar las diferencias en los parámetros de CF según el estatus corporal. El análisis de varianza (*one way ANOVA*) mostró que los escolares con un estatus nutricional de normo-peso presentaban valores superiores en las pruebas de CF, a excepción del test de 4x10m en el que obtuvieron valores inferiores. También presentaron resultados superiores en el VO₂máx y metabolismo basal. En la prueba de contrastes de hipótesis post-hoc de Bonferroni, estas diferencias observadas en los parámetros estudiados se hallaron sobre todo en la comparación entre escolares con normo-peso y sus pares homólogos con obesidad: 4x10m (13,6 vs. 14,4, $p < 0,01$), Course-Navette (3,7 vs. 2,1, $p < 0,001$), CF-ALPHA (5,4 vs. 3,9; $p < 0,01$), IFM (0,3 vs. -0,99, $p < 0,001$) y VO₂máx (47,6 vs. 44,2; $p < 0,001$). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el test de salto longitudinal (104,5 vs. 96,6, $p > 0,05$) en el contraste de hipótesis post-hoc (Bonferroni) entre los escolares con normo-peso y sus pares con obesidad.

(Tabla III, página siguiente)

Tabla III. Diferencias en los parámetros de condición física según el estatus nutricional

| | Estatus corporal ^a | | | F | p | d de Cohen |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------|---------|------------|
| | Normo-peso (n = 155) Media ± DE | Sobrepeso (n = 71) Media ± DE | Obesidad (n = 30) Media ± DE | | | |
| 4x10m (s) | 13,6 ± 1,3 | 13,7 ± 1,2 | 14,4 ± 1,4 | 5,644 | 0,004 | 0,858 |
| Dinamometría manual (Kg) | 15,5 ± 5,2 | 17,6 ± 6,5 | 16,8 ± 5,7 | 3,574 | 0,029 | 0,660 |
| Salto longitudinal (cm) | 104,5 ± 21,3 | 98,4 ± 17,72 | 96,6 ± 17,7 | 3,473 | 0,032 | 0,646 |
| Course-Navette (paliers) | 3,7 ± 1,6 | 2,9 ± 1,2 | 2,1 ± 1,1 | 17,285 | < 0,001 | 1,000 |
| CF-ALPHA (0-10) ^b | 5,4 ± 2,1 | 5,0 ± 2,07 | 3,9 ± 1,7 | 6,869 | < 0,001 | 0,920 |
| IFM (puntuación Z) ^c | 0,3 ± 1,3 | -0,3 ± 1,36 | -0,99 ± 1,2 | 16,001 | < 0,001 | 1,000 |
| VO ₂ máx (mL/kg ⁻¹ /min ⁻¹) ^d | 47,6 ± 3,8 | 45,8 ± 3,2 | 44,2 ± 3,7 | 14,567 | < 0,001 | 0,999 |
| Metabolismo basal (cal) | 1175,6 ± 92,1 | 1275,5 ± 112,8 | 1349,1 ± 114,7 | 49,952 | < 0,001 | 1,000 |

^a Se categorizó a partir de estándares internacionales ajustados a la edad y sexo (Cole y cols., 2000); ^b Condición Física- ALPHA; ^c Índice de Fuerza Muscular; ^d Consumo máximo de oxígeno, se estimó a partir del resultado en el test y edad (Lèger y cols., 1988).

Las diferencias en relación con el sexo en función de su estatus nutricional, muestran un mejor rendimiento en varones de los parámetros de resistencia aeróbica, IFM y metabolismo basal ($p < 0,05$) (ver tabla IV). Con respecto a las mujeres, se han detectado diferencias estadísticamente significativas en las variables de condición cardiovascular, IFM, metabolismo basal así como en el valor global de la CF (CF-ALPHA). Para ambos sexos, en la prueba de contrastes de hipótesis post-hoc de Bonferroni se puede observar que la magnitud de estas diferencias se produce sobre todo entre escolares con normo-peso y sus pares con obesidad.

(Tabla IV, página siguiente)

Tabla IV Diferencias en los parámetros de condición física según sexo y estatus nutricional

| Condición física | Sexo | Estatus corporal ^a | | | F | p | d de Cohen |
|--|-------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------|---------|------------|
| | | Normo-peso (n = 155) Media ± DE | Sobrepeso (n = 71) Media ± DE | Obesidad (n = 30) Media ± DE | | | |
| 4x10m (s) | Niños | 13,3 ± 1,2 | 13,5 ± 1,2 | 14,4 ± 1,7 | 2,781 | 0,066 | 0,538 |
| | Niñas | 13,7 ± 1,3 | 13,9 ± 1,1 | 14,5 ± 1,1 | 2,763 | 0,067 | 0,537 |
| Dinamometría manual (Kg) | Niños | 15,7 ± 5,3 | 18,6 ± 7,2 | 17,8 ± 6,3 | 2,892 | 0,060 | 0,555 |
| | Niñas | 15,3 ± 5,1 | 16,6 ± 5,6 | 16,2 ± 5,4 | 0,803 | 0,450 | 0,555 |
| Salto longitudinal (cm) | Niños | 107,1 ± 21,2 | 102,7 ± 17,7 | 98,9 ± 17,1 | 1,121 | 0,330 | 0,243 |
| | Niñas | 102,5 ± 21,3 | 94,2 ± 16,9 | 95,3 ± 18,4 | 2,707 | 0,070 | 0,529 |
| Course-Navette (paliers) | Niños | 4,1 ± 1,8 | 3,3 ± 1,5 | 2,4 ± 1,8 | 5,661 | 0,005 | 0,853 |
| | Niñas | 3,3 ± 1,3 | 2,5 ± 0,83 | 1,9 ± 0,4 | 14,909 | <0,001 | 0,999 |
| CF-ALPHA (0-10) ^b | Niños | 5,8 ± 1,9 | 5,6 ± 1,9 | 4,5 ± 2,1 | 2,186 | 0,117 | 0,439 |
| | Niñas | 5,1 ± 2,1 | 4,4 ± 2,0 | 3,6 ± 1,4 | 4,777 | 0,010 | 0,787 |
| IFM (puntuación Z) ^c | Niños | 0,48 ± 1,3 | 0,07 ± 1,4 | -0,85 ± 1,2 | 4,496 | 0,009 | 0,800 |
| | Niñas | 0,2 ± 1,3 | -0,7 ± 1,2 | -1,06 ± 1,2 | 12,654 | <0,001 | 0,996 |
| VO ₂ máx (mL/kg· ¹ /min ⁻¹) ^d | Niños | 48,6 ± 3,9 | 46,5 ± 3,6 | 44,3 ± 5,5 | 6,722 | 0,002 | 0,910 |
| | Niñas | 46,8 ± 3,4 | 45,0 ± 2,5 | 44,1 ± 2,2 | 8,747 | <0,001 | 0,968 |
| Metabolismo basal (cal) | Niños | 1178,8 ± 86,1 | 1277,2 ± 120,7 | 1374,4 ± 130,5 | 23,156 | < 0,001 | 1,000 |
| | Niñas | 1173,1 ± 97,1 | 1274,0 ± 106,3 | 1334,4 ± 105,5 | 26,890 | <0,001 | 1,000 |

^a Se categorizó a partir de estándares internacionales ajustados a la edad y sexo (Cole y cols., 2000); ^b Condición Física- ALPHA; ^c Índice de Fuerza Muscular; ^d Consumo máximo de oxígeno, se estimó a partir del resultado en el test y edad (Lèger y cols., 1988).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo muestran que el estatus nutricional de los escolares estudiados se asocia con el nivel de condición física. Así, los escolares con un estatus nutricional de normo-peso presentan niveles superiores de condición física, expresada en este estudio como la media escalada de los valores en el test de carrera 4x10m, dinamometría manual, Course-Navette y salto longitudinal (CF-ALPHA). Estas diferencias se mantienen sobre todo en los parámetros de resistencia aeróbica e IFM cuando se realiza una diferenciación por sexos.

Se ha descrito la capacidad de estas pruebas para predecir el estado de salud presente y futuro por lo que los resultados de este estudio indican que los escolares con una mayor tendencia a un estatus nutricional dentro de estándares de normalidad muestran niveles superiores en distintos parámetros de la salud relacionada con la CF (Ruiz y cols., 2010).

En el análisis pormenorizado de los distintos parámetros de la CF observamos que los escolares con un estatus nutricional de normo-peso muestran un nivel superior de capacidad aeróbica (definida como el principal exponente del nivel de CF de un individuo) con respecto a los escolares con sobrepeso y obesidad ($p < 0,001$). Estos resultados son similares a los referidos por Castro-Piñero y cols. (2011) en 2.752 escolares de 8-17 años. No obstante, estos autores encontraron también diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) tanto para los varones como para las mujeres utilizando otros instrumentos de medida de la capacidad aeróbica (¼ milla corriendo/andando, ½ milla corriendo/andando, 1 milla corriendo/andando).

Del mismo modo, se observan resultados similares en estudios transversales realizados con poblaciones escolares (De la Cruz y Pino, 2010; Casajús y cols., 2007; Tokmakidis, Kasambalis y Christodoulos, 2006) y adolescentes (Artero y cols., 2010; Coelho, Vaz, Cyrino y cols. 2013) donde los escolares, tanto niños como niñas, con tendencia a un estatus nutricional de normo-peso presentan niveles de rendimiento superiores en el test de Course-Navette.

Con respecto al VO_2 máx, definido como el parámetro fisiológico que mejor define la capacidad aeróbica en términos de condición cardiovascular (Castillo-Garzón, 2007), los resultados de este estudio muestran que los escolares con un menor IMC presentan valores superiores en el VO_2 máx, estimado indirectamente a través de las ecuaciones de Lèger y edad ($p < 0,001$). Estos resultados se muestran coherentes con los hallazgos encontrados por Maestre (2010) en 173 escolares (90 mujeres) de 9-13 años de diferentes instituciones públicas europeas de Londres, el cual utilizó también para su estimación el test de Course-Navette y las ecuaciones de Lèger.

A pesar de que un IMC alto no implica necesariamente una habilidad reducida para consumir oxígeno de forma máxima (Goran, Fields, Hunter, Herd, Weinsier, 2000), la capacidad aeróbica suele estar inversamente relacionada con la cantidad de masa corporal, probablemente como consecuencia del aumento de la carga inerte producida por el exceso de grasa (Mota, Guerra, Leandro, Pinto, Ribeiro y Duarte, 2002). Los resultados del presente estudio sugieren que este hecho sucede de forma evidente observándose valores inferiores de VO_2 máx tanto en el grupo de escolares con sobrepeso como en aquellos con estatus de obesidad ($45,8 \pm 3,2$ y $44,2 \pm 3,7$, respectivamente).

Por el contrario, García-Sánchez y cols. (2013) estudiaron en adolescentes ($14,68 \pm 1,36$ años) la relación entre estatus nutricional (definido a través del IMC) y el nivel de capacidad aeróbica (estimado mediante el VO_2 máx). Los resultados indicaron que, a pesar de tener sobrepeso u obesidad, el 9,50% de los chicos y el 14,80% de las chicas participantes presentaban un nivel saludable de capacidad cardiovascular confirmando el fenotipo conocido como *fat but fit* u obeso pero en forma (McAuley y Blair, 2011).

La evidencia científica aportada recientemente apunta que es el nivel de capacidad aeróbica y, no tanto el nivel de actividad física, el parámetro que realmente determina la salud cardiovascular en niños y adolescentes (Eisenmann, 2004; Ortega y cols., 2005; Ortega y cols., 2011).

Por otro lado, tal y como se ha observado en el parámetro de resistencia aeróbica, un elevado IMC se relaciona también con un menor rendimiento en otros test en los que es necesario desplazar o propulsar la masa corporal: test de carrera 4x10m ($p < 0,01$) y salto longitudinal ($p < 0,05$), así como en el IFM ($p < 0,001$).

En el análisis de los parámetros de fuerza muscular, los resultados son contradictorios. Los resultados del presente trabajo muestran que los escolares con normo-peso presentaron un IFM superior cuando se los comparó con sus pares con exceso de peso.

No obstante, estas diferencias se atribuyen en mayor medida a los resultados observados en el test de salto longitudinal. Además, estas diferencias no se observaron en el análisis diferenciado por sexo, por lo que consideramos que es el estatus nutricional la variable que determina las diferencias en el rendimiento muscular y en menor medida el sexo.

Investigaciones previas realizadas con escolares de primaria mostraron resultados similares en el test de salto longitudinal (De la Cruz y Pino, 2010; Mayorga-Vega y cols., 2012). En el mismo sentido, Castro-Piñero y cols. (2009) en una muestra de 2.778 jóvenes (1.265 mujeres) de 6-17,9 años obtuvieron resultados similares utilizando como instrumento de medida el test de salto vertical. Asimismo, estos autores mostraron un mejor rendimiento en el test de flexión de brazos y en el test de suspensión de brazos en el grupo de normo-peso frente al grupo con exceso de peso.

El exceso de peso es un factor que se asocia de manera positiva a superiores valores en otro tipo de pruebas de valoración de la fuerza del tren superior como el test de dinamometría manual. De esta manera, los escolares con sobrepeso mostraron niveles superiores de fuerza de prensión manual frente a sus pares homólogos con normo-peso u obesidad ($p < 0,05$ en ambos). Similares resultados se observaron en el estudio anteriormente comentado de Castro Piñero y cols. (2009). En esta ocasión utilizaron como instrumento de medida el test de lanzamiento de balón medicinal. Aunque los escolares con sobrepeso puedan presentar valores superiores de grasa corporal también pueden tener elevados porcentajes de masa muscular, lo que favorece su rendimiento en este tipo de pruebas.

Una de las limitaciones del presente estudio se debe al empleo de un diseño transversal, lo que no permite establecer relación de causalidad entre las variables estudiadas. Por otro lado, la evaluación de la condición física mediante la batería ALPHA, aporta validez, confiabilidad, aplicabilidad en relación con la salud en escolares pre-púberes y adolescentes (España-Romero y cols., 2010; Ruiz y cols., 2011).

En conclusión, los resultados del presente trabajo de investigación señalan que los escolares de 8 a 11 años con un estatus nutricional de normo-peso poseen niveles superiores de capacidad motora, fuerza muscular y resistencia aeróbica. Estas diferencias se mantienen en el análisis diferenciado por sexo sobre todo en los parámetros de resistencia aeróbica y fuerza muscular. En base a la evidencia científica disponible, podemos afirmar que la capacidad aeróbica y la fuerza muscular, como principales índices de salud podrían desempeñar un papel protector frente a diversas enfermedades, así como favorecer una mejor calidad de vida. Por su parte, los centros educativos podrían considerar la inclusión de una evaluación sistemática de la CF junto a otras variables como la dieta o el perfil lipídico-metabólico, en cooperación con equipos sanitarios para garantizar un buen nivel de forma física y por tanto, de salud de los escolares.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Armstrong, L. E., Whaley, M. H., Brubaker, P. H. y Otto, R. M. (2005). *American College of Sport Medicine. Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (7 ed.). Philadelphia: Lippincott Williams y Wilkins.
- 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., Urzánqui, A., González-Gross, M., Moreno, L. A., Gutiérrez, A. y 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.

- 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.
- Castro-Piñero, J., González-Montesinos, J.L., Mora, J., Keating, X.D. y cols. (2009). Percentile values for muscular strength field tests in children aged 6 to 17 years: influence of weight status. *Journal of Strength Cond Res*, 23(8):2295-310.
- Castro-Piñero, J., Ortega, F. B., Keating, X.D., González-Montesinos, J. L., Sjöstrom, 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.
- Coelho-E-Silva, M. J., Vaz Ronque, E.R., Cyrino, E.S., Fernandes, R.A., Valente-Dos-Santos, J., Machado-Rodrigues, A., Martins, R., Figueiredo, A.J., Santos, R., Malina, R.M. (2013). Nutritional status, biological maturation and cardiorespiratory fitness in Azorean youth aged 11-15 years. *BMC Public Health*, 13, 495.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- 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.
- De la Cruz, E., y Pino, J. (2010). Health-related physical fitness in schoolchildren and Spanish Physical Activity Guidelines. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 5, 45-49.
- Eisenmann, J.C. (2004). Physical activity and cardiovascular disease risk factors in children and adolescents: an overview. *Can J Cardiol*, 20, 295-301.
- Eisenmann, J.C., Wickel, E.E., Welk, G.J. y Blair, S.N. (2005). Relationship between adolescent fitness and fatness and cardiovascular disease risk factors in adulthood: the Aerobics Center Longitudinal Study (ACLS). *Am Heart J*, 149, 46-53.
- España-Romero, V., Ortega, F. B., Vicente-Rodríguez, G., Artero, E. G., Rey, J. P. y Ruiz, J. R. (2010). Elbow Position Affects Handgrip Strength in Adolescents: Validity and Reliability of Jamar, Dynex, and Tkk Dynamometers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 272-277.
- García-Sánchez, A., Burgueño-Menjíbar, R., López-Blanco, D. y Ortega, F.B. (2013). Condición física, adiposidad y autoconcepto en adolescentes. Estudio piloto. *Revista de Psicología del Deporte*, 22(2), 453-461.
- Goran, M., Fields, D.A., Hunter, G.R., Herd, S.L. y Weinsier, R.L. (2000). Total body fat does not influence maximal aerobic capacity. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 24, 841-8.
- Haycock, G., Schwartz, G. y Wisotsky, D. (1978). Geometric method for measuring body surface area: A height-weight formula validated in infants, children and adults. *J Pediatr.*, 93, 62-66.
- Lèger, L., Lambert, A., Goulet, A., Rowan, C. y cols. (1984). Capacity aerobic des Québécois de 6 a 17 ans: test navette de 20 metres avec paliers de 1 minute. *Can J Appl Sport Sci*, 9, 64-9.
- Maestre, J. M. (2010). Connection between nutritional state and physical fitness in school population. *Journal of Sport and Health Research*, 2(2), 95-108.
- Mata, J., Silva, M. N., Vieira, P. N., Carraça, E. V., Andrade, A. M., Coutinho, S. R. y Teixeira, P. J. (2011). Motivational "spill-over" during weight control: Increased self-determination and exercise intrinsic motivation predict eating self-regulation. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 1(Suppl), 49-59.

- 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.
- McAuley, P. A. y Blair, S. N. (2011). Obesity paradoxes. *Journal of Sports Sciences*, 29(8), 773-782.
- Mota, J., Guerra, S., Leandro, C., Pinto, A., Ribeiro, J.C. y Duarte, J.A. (2002). Association of maturation, sex, and body fat in cardiorespiratory fitness. *Am J Hum Biol.*, 14:707-12.
- 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, 1549-1555.
- Ortega, F.B., Ruiz, J.R., Castillo, M.J., Moreno, L.A. y cols. (2005). Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study). *Revista Española de Cardiología*, 58(8), 898-909.
- Ortega, F. B., Ruiz, J. y Castillo, M. J. (2013). Actividad física, condición física y sobrepeso en escolares y adolescentes: evidencia procedente de estudios epidemiológicos. *Endocrinología y Nutrición*, 60(8), 458-469.
- Ortega, F.B., Sánchez-López, M., Solera-Martínez, M., Fernández-Sánchez, A., Sjöström, M., Martínez-Vizcaino, V. (2013). Self-reported and measured cardiorespiratory fitness similarly predict cardiovascular disease risk in Young adults. *Scand J Med Sci Sports*, 23(6), 749-57.
- Ramón, J. C., Verdaguer, F. J. P., Conti, J. V., Rotger, P. A. B., y Sampol, P. P. (2012). Adolescencia, sedentarismo y sobrepeso: análisis en función de variables sociopersonales de los padres y del tipo de deporte practicado por los hijos. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 21, 5-8.
- Ruiz, J. R., España Romero, V., Castro Piñero, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca García, M. y cols. (2011). Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes, *Nutrición Hospitalaria*, 26(6), 1210-1214.
- Shrout, P. E. y Fleiss, J. L. (1979). Intraclass Correlations: Uses in Assessing Rater Reliability. *Psychological Bulletin*, 86, 420-428.
- Teixeira, P. J., Going, S. B., Houtkooper, L. B., Cussler, E. C., Metcalfe, L. L., Blew, R. M. y Lohman, T. G. (2006). Exercise motivation, eating, and body image variables as predictors of weight control. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(1), 179-188.
- Thomas, J. R. y Nelson, J. K. (2007). *Métodos de investigación en actividad física*. Barcelona: Paidotribo.
- Thomas, S., Reading, J. y Shephard, R. J. (1992). Revision of the physical-activity readiness questionnaire (PAR-Q). *Canadian Journal of Sport Sciences-Revue Canadienne Des Sciences Du Sport*, 17(4), 338-345.
- 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.
- Vicente-Rodríguez, G., Rey-López, J. P., Mesana, M. I., Poortvliet, E., Ortega, F. B., Polito, A. y Moreno, L. A. (2012). Reliability and intermethod agreement for body fat assessment among two field and two laboratory methods in adolescents. *Obesity*, 20(1), 221-228.
- Zenić N, Foretić N, Blazević M. (2013). Nonlinear relationships between anthropometric and physical fitness variables in untrained pubescent boys. *Coll Antropol*, 37(2), 153-9.