

# **CAPACIDAD AERÓBICA Y SALUD RELACIONADA CON LA CONDICIÓN FÍSICA EN NIÑOS Y ADOLESCENTES ESPAÑOLES**

## **CARDIOVASCULAR FITNESS AND HEALTH RELATED PHYSICAL FITNESS IN SPANISH SCHOOLCHILDREN AND ADOLESCENTS**

Andrés Rosa Guillamón<sup>1</sup>, Pedro José Carrillo-López<sup>1</sup>, Eliseo García-Cantó<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Universidad de Murcia (Murcia).

[andres.rosa@um.es](mailto:andres.rosa@um.es)

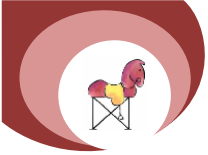
### **Resumen**

La condición física es un importante marcador biológico del estado general de salud y calidad de vida desde la infancia. Hay evidencias científicas de la relación entre la capacidad aeróbica y el rendimiento físico en diversos test. El objetivo fue analizar la relación de la capacidad aeróbica con otros indicadores de la salud relacionada con la condición física. Se realizó un análisis conceptual así como una revisión bibliográfica de la literatura científica. Los resultados de los estudios mostraron una relación entre capacidad aeróbica y salud relacionada con la condición física. Los sujetos jóvenes con mayor capacidad aeróbica tenían mejores valores de velocidad-agilidad, fuerza muscular y composición corporal.

**Palabras clave:** salud, condición física, capacidad aeróbica, ejercicio físico, escolares.

### **Abstract**

Physical fitness is an important biomarker of general health and quality of life from childhood. There is scientific evidence of the relationship between aerobic capacity and physical performance in various test. The aim was to analyze the relationship between aerobic and others indicators of the health related physical fitness. A conceptual analysis was carried out and a bibliographic review of the scientific literature. The results of the studies showed a relationship between aerobic capacity and health related physical fitness. Young subjects with greater aerobic capacity had better values of speed-agility, muscular strength and body composition.



**Key words:** health, physical fitness, cardiovascular fitness, physical exercise, schoolchildren.

*Recibido: 15 de mayo de 2019*

*. Aceptado: 22 de junio de 2019*

# MUSEO DEL JUEGO



## **INTRODUCCIÓN**

La actividad física (AF) realizada de manera habitual y en los parámetros adecuados representa una de las estrategias más eficaces para prevenir las principales causas de morbimortalidad entre la población adulta (Ruiz, Rizzo, Hurtig-Wennlöf, Ortega, Wärnberg, & Sjöström, 2006). La evidencia científica disponible indica que ya desde la infancia y la adolescencia la AF se encuentra directamente asociada con factores de riesgo cardiovascular (Ortega, Ruiz, Hurtig-Wennlof, & Sjöström, 2008; Ruiz & Ortega, 2009).

La adquisición en la infancia de comportamientos de AF habitual puede influir en la adopción de hábitos vida activa (McMurray, Harrell, Bangdiwala, & Hu, 2003), en la adherencia a la AF en el ocio y tiempo libre (Franco-Arévalo, De la Cruz-Sánchez, & Feu 2017; Pérez-Soto, García-Cantó, Rosa, Rodríguez-García, Moral-García, & López-García, 2018), y en el mantenimiento de un estado saludable de condición física (CF) a lo largo del ciclo vital (Ortega, Ruiz, & Castillo, 2013; Rodríguez-Hernández, Feu, Martínez-Santos, & de la Cruz-Sánchez, 2011; Rosa, García-Cantó, Rodríguez-García, Pérez-Soto, Tárraga-Marcos, Tárraga-López, 2017). Algunas investigaciones han reportado que la CF es un importante predictor del estado de salud y calidad de vida desde la infancia (Gálvez et al., 2015b,c; Rosa & García-Cantó, 2017a,b; Rosa, García-Cantó, & Carrillo, 2018; Rosa, García-Cantó, Rodríguez-García, & Pérez-Soto, 2016b; Ruiz, Ortega, Gutiérrez, Meusel, Sjöström, & Castillo, 2006; Secchi, García, España-Romero, & Castro-Piñero, 2014).

En los últimos años, se ha constatado un progresivo descenso en los niveles de AF y CF en preadolescentes y adolescentes españoles (Gálvez et al., 2015c; García-Cantó, Carrillo y Rosa, 2019; Ortega et al., 2005; Román, Serra-Majem, Ribas-Barba, Pérez-Rodrigo, & Aranceta, 2008; Rosa, García-Cantó, Rodríguez-García, & Pérez-Soto, 2016a; Ruiz et al., 2007). Son especialmente preocupantes los bajos niveles de CA, ya que representa el principal exponente del estado de CF (Ortega et al., 2013; Rosa, García-Cantó, Rodríguez-García, & Pérez-Soto, 2015a,b). Investigaciones recientes han analizado la relación de la CA con otros parámetros de salud en jóvenes, encontrándose asociada a la función cerebral (Chaddock-Heyman, Hillman, Cohen, & Kramer, 2014) o a la obesidad (Stabile, Cook, & Carey, 2013). Se ha constatado también, que un nivel óptimo de CA en edades tempranas se relaciona con un



perfil cardiovascular saludable durante la adultez (Kodama et al., 2009).

Gran parte de las investigaciones sobre el papel de la CA en el estado de salud del individuo obvian la posible influencia sobre otros parámetros del estado de CF (Ortega et al., 2007). Teniendo en cuenta los bajos niveles de AF y CA en jóvenes españoles, la importancia de la CA para la capacidad funcional y la salud, y la necesidad de determinar su relación con otros parámetros de la CF, el objetivo de este estudio fue analizar la relación entre CA y CF, estableciendo el estado de la cuestión en escolares y adolescentes españoles.

### **ACTIVIDAD FÍSICA, CONDICIÓN FÍSICA Y SALUD**

La AF se define como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que requiere un gasto energético por encima del nivel basal. Se refiere, por tanto, al tipo de esfuerzo físico que se realiza de manera habitual, teniendo en consideración el tiempo que se emplea y la frecuencia (Ortega et al., 2013). Englobado en este concepto, se encuentra el término de ejercicio físico definido por Castillo-Garzón (2007) como un tipo concreto de AF que se practica con una finalidad preestablecida y de una forma sistematizada. Dentro del concepto de ejercicio físico, se puede definir un tipo de práctica física particular y que hace referencia al término de ejercicio invisible, entendido como una forma específica de ejercicio físico que se practica de manera intencional y sistemática, que refiere a la realización de todas las actividades y tareas que se puedan realizar en la vida cotidiana (Castillo-Garzón, Ortega, & Ruiz, 2005). Se pueden considerar, por tanto, actividades como levantar pesos, transportar objetos, desplazarse en bicicleta, subir escaleras a pie, así como cualquier tipo de ejercicio en este sentido. Este tipo de práctica supone un esfuerzo acumulado que puede tener una influencia positiva sobre la salud, y hace referencia de manera directa a los hábitos de vida (Castillo-Garzón, 2007).

Además, puede tener una influencia directa sobre la capacidad funcional del individuo. Esto nos puede llevar al concepto de CF, también entendido como forma física, aptitud física o fitness físico. La CF es la capacidad que tiene una persona para la realización de ejercicio físico (Ruiz et al., 2011). Se trata de la capacidad funcional que aglutina todas las cualidades físicas que una persona requiere para la práctica física (Ortega et al., 2013).



Siguiendo a estos autores, se puede afirmar que el estado de CF representa una medida integrada de todas las funciones (músculo-esquelética, la cardio-respiratoria, la hemato-circulatoria, la psico-neurológica y la endocrino-metabólica) y estructuras que intervienen en la práctica física. Un nivel alto de CF implica una respuesta fisiológica óptima de la mayoría de ellas. Un nivel bajo de CF podría indicar un malfuncionamiento de una o varias de esas funciones (Arday et al., 2010). El trabajo de estas funciones se produce de manera coordinada, por lo que cualquiera de ellas puede ejercer un papel limitante en la capacidad física del individuo. Por tanto, el estado de CF se va a encontrar limitado en gran medida por el nivel que tenga la peor de ellas. La capacidad física de un sujeto para desarrollar un ejercicio físico será el producto de una respuesta óptima de estas funciones y, por tanto, nunca podrá tener un nivel superior que la más débil de ellas.

Este concepto de CF ha evolucionado a lo largo de los últimos 60 años. Tradicionalmente, ha sido conceptualizado en cualidades que no representaban de manera conjunta todas las funciones y estructuras que determinan la capacidad física para realizar ejercicio. Desde los conceptos de capacidad aeróbica, fuerza muscular y habilidad motriz, se ha evolucionado hasta un concepto que aglutina factores como composición corporal, densidad ósea, flexibilidad, fuerza muscular, potencia muscular, resistencia muscular, resistencia cardiorrespiratoria, presión arterial, tolerancia a la glucosa, capacidad oxidativa de las grasas, coordinación, velocidad, agilidad y equilibrio (Bouchard & Shepard, 1993).

Por su parte, Ruiz et al. (2011) en el estudio ALPHA hacen una síntesis para sujetos jóvenes de las principales cualidades del estado de CF. Plantean los siguientes parámetros: potencia aeróbica, fuerza máxima de prensión manual, potencia explosiva del tren inferior, velocidad-agilidad, adiposidad, índice de masa corporal, perímetro de cintura y maduración sexual.

La evaluación de estos parámetros en estudios epidemiológicos es relativamente reciente (Ortega et al., 2005), y su aplicación al ámbito de la salud ha dado lugar al sobrenombre de CF relacionada con la salud (Cuenca-García et al., 2011), entendido como la habilidad que tiene una persona para realizar actividades de la vida diaria con vigor, y relacionada con las cualidades anteriormente mencionadas (Ruiz et al., 2010). Teniendo en cuenta esto, se puede definir también como la capacidad funcional que aglutina todas las cualidades



que permiten realizar una AF considerando los factores de eficiencia y eficacia.

La fuerte influencia de la CF sobre el estado de salud queda plasmada en el modelo de Ortega, Ruiz, Castillo, & Sjöström (2008a) traducido y adaptado por Ortega et al. (2013). En este modelo, se sugiere que la CF podría estar influenciada por el nivel (alto) de AF. De igual modo, se puede afirmar que el estado de CF podría tener una relación directa con el volumen de AF desarrollado en la vida cotidiana (capacidad funcional), y se encuentra estrechamente relacionado con el estado biológico de salud que posee una persona, demostrando los vínculos que se establecen entre estos parámetros. En este sentido, la National Association of Sport and Physical Education (NASPE, 2004) recomienda que los escolares de 6-12 años acumulen diariamente una hora (o varias) AF /día, participando en varios periodos de práctica de al menos 15 minutos, evitando periodos extendidos de inactividad (dos o más horas). En este sentido, un estudio analizó, en 35 adolescentes de 12-15 años, el efecto de tres sesiones semanales de 15 minutos de duración, basadas en la realización de actividad física intensa durante el periodo de recreo escolar. Los resultados mostraron reducciones significativas en la masa grasa y en el índice de masa corporal (López-Sánchez, Nicolás-López, & Díaz-Suárez, 2016).

Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2010) sugiere que los sujetos de 5-17 años acumulen un mínimo de 60 minutos diarios de AF moderada (3-6 MET) o vigorosa (> 6 MET). El incremento de AF reporta beneficios adicionales para la salud. Esta actividad diaria debería ser, en gran medida, de carácter aeróbico y convendría incorporar al menos tres veces a la semana actividades de mejora de la capacidad músculo-esquelética.

Son ejemplos de educación en el desarrollo de la fuerza muscular los propuestos por Fuentes-Lorca (2016) con escolares de primaria y la de Gómez-Mármol, Sánchez-Alcaraz, Pérez, & Ribes (2014) con estudiantes de secundaria. En ambas propuestas se desarrolló una unidad didáctica de desarrollo de la fuerza a partir del CrossFit, mostrando el alumnado un alto nivel de motivación y participación. Otra propuesta a destacar es la desarrollada por Borrego, López, & Díaz (2015) con 123 sujetos de 6-11 años. La intervención se realizó tres días a la semana durante 12 semanas. Se basó en la realización de formas jugadas, con modificaciones de reglas y variantes de las mismas,



en las se favorecía que apareciesen repeticiones cortas y de alta intensidad en carreras, lanzamientos y saltos.

Por su parte, Strong et al. (2005) plantean además de ejercicio físico (dos o tres días/semana) para la mejora de la potencia muscular, la realización de AF aeróbica de moderada intensidad, de 30 a 60 minutos de duración, entre 3-7 días/semana, ya que han comprobado que contribuye a reducir la grasa visceral y total en escolares y adolescentes con sobrepeso, aumenta el colesterol saludable (c-HDL) y disminuye la cantidad de triglicéridos totales. El Grupo EFFECTS-262 tras analizar diferentes niveles de AF en parámetros de duración e intensidad, concluyeron que un mínimo de 60 minutos diarios de AF moderada-vigorosa (3-6 MET), parecen ser suficientes para evitar el exceso de grasa corporal (Martínez-Gómez et al., 2010). Los resultados de este estudio mostraron, a su vez, que acumular un mínimo de 15 minutos al día de AF vigorosa ( $\geq 6$  MET) produce beneficios adicionales para la prevención del sobrepeso u obesidad. En este sentido, parece interesante analizar en el ámbito académico si la realización de AF durante 15 minutos en dos tiempos de recreo tiene efectos sobre el estado de CF.

En España, el Ministerio de Sanidad sigue desde el año 2006 las recomendaciones sugeridas por la iniciativa estadounidense Healthy People 2010 (US Department of Health, 2000), que plantean una AF tanto moderada ( $\geq 30$  minutos,  $\geq 5$  días/semana,  $\geq 3$  MET) como vigorosa ( $\geq 20$  minutos continuos,  $\geq 3$  días/semana,  $\geq 6$  MET). Tanto el Ministerio de Sanidad como el Ministerio de Educación de España recomiendan para la educación física escolar una serie de estrategias organizativas, motivacionales y metodológicas para incrementar el tiempo útil de práctica física así como el tiempo de compromiso motor, y que tienen como principal exponente el diseño de unidades didácticas activas (Abad & Cañada, 2014).

Teniendo en cuenta esto, incrementar el número de sesiones de educación física podría ser viable en el sistema educativo actual. Para ello nos podemos apoyar en el estudio EDUFIT: EDUcación para el FITness (Ardoy et al., 2010). Este proyecto se diseñó con la hipótesis de que duplicar las sesiones de educación física mejoraba el rendimiento físico y cognitivo. El grupo experimental realizó dos sesiones complementarias de educación física durante 16 semanas (cuatro sesiones semanales de 55 minutos) con una tasa de participación del 96%. La intervención fue viable y tuvo buena aceptación entre el





alumnado y los padres. Los resultados mostraron que los adolescentes que completaron el programa presentaron valores más positivos en capacidad cognitiva, rendimiento académico, adiposidad, tensión diastólica, fuerza de prensión manual y presión espiratoria máxima.

En resumen, en una reciente revisión del estado de la cuestión (Rosa-Guillamón, 2019) se concluyó que aunque no exista consenso sobre la relación entre ejercicio físico y CF en escolares y adolescentes, es innegable la necesidad de realizar AF de manera habitual para tener un buen estado de salud y una óptima función física.

### **CAPACIDAD AERÓBICA**

La CA constituye uno de los principales exponentes del estado de CF, y refiere a la facultad de un individuo para soportar un ejercicio físico de manera prolongada (Jiménez-Moral, Zagalaz, Molero, Pulido-Martos, & Ruiz, 2013). El consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub> máx.) es el parámetro fisiológico que mejor la define a nivel de condición cardiovascular (Castillo-Garzón, 2007; Secchi, & García, 2013).

La CA es un potente biomarcador del estado general de salud, sobre todo de las funciones cardiovascular, metabólica y respiratoria (Kodama et al., 2009). Es además, un importante indicador de calidad de vida (Castillo-Garzón, 2007; Gálvez et al., 2015a; Ortega et al., 2008a), autoconcepto (Gálvez et al., 2016), nivel de atención (Rosa, García, & Carrillo, 2019a) y rendimiento académico (Rosa, García, & Carrillo, 2019b) desde edades tempranas.

La evidencia científica procedente de estudios prospectivos demuestra que, en sujetos adultos, la CA es el predictor más importante de morbilidad por enfermedad cardiovascular, entre otras causas (LaMonte, Barlow, Jurca, Kampert, Church, & Blair, 2005; Mora et al., 2003).

Diversos estudios han reportado una alta correlación entre CA y distintos parámetros de salud en sujetos jóvenes, como el grado de adiposidad, el perfil lipídico, la resistencia a la insulina, algunos parámetros relacionados con el síndrome metabólico y la resistencia arterial (Eisenmann y col., 2005; Mesa et al., 2006; Ruiz et al., 2007). También se ha demostrado la relevancia de la CA como indicador de riesgo cardiovascular por encima de otros factores consolidados como la dislipidemia, la hipertensión y la obesidad (Kodama et al., 2009; Ortega et al., 2013). Aunque gran parte de las manifestaciones clínicas de las enfermedades





crónicas, cardio-respiratorias y cerebro-vasculares se producen en sujetos adultos, la evidencia científica disponible indica claramente que su origen patogénico se encuentra en edades tempranas (Ortega et al., 2005).

Se ha reportado que un nivel de CA por debajo del percentil 20 en jóvenes se asocia con un riesgo mayor (entre 3-6 veces) para desarrollar hipertensión, síndrome metabólico o diabetes en la adultez en comparación con sus semejantes con niveles de CA por encima del percentil 60 (Carnethon, Gidding, Nehgme, Sidney, Jacobs, & Liu, 2003). En este sentido, Silva, Aires, Mota, Oliveira, & Ribeiro (2012) mostraron que el percentil 40, para el número de vueltas del test de Course-Navette, es el punto de corte más preciso para diagnosticar alto riesgo metabólico en jóvenes de 10-18 años.

### **CAPACIDAD AERÓBICA Y RENDIMIENTO FÍSICO**

Hasta donde se ha constatado existen muy pocos trabajos que analicen la relación entre CA y CF en preadolescentes y adolescentes españoles. Dicho de otra manera, ¿qué rendimiento físico pueden tener aquellos sujetos jóvenes con mayor o menor nivel (o saludable o no saludable) de condición cardiovascular? A continuación, analizaremos los principales trabajos.

Estudios realizados en adolescentes. Considerando la relación establecida en la literatura científica entre el nivel de CF alcanzado durante la infancia-adolescencia y el riesgo cardiovascular futuro (Eisenmann et al., 2005; Kodama et al., 2009; Ortega et al., 2007; Ortega et al., 2008b), Ortega et al. (2005) se plantearon en su estudio dos objetivos: a) analizar el nivel de CF de una muestra representativa de adolescentes españoles; y b) determinar el porcentaje de adolescentes en riesgo cardiovascular futuro. Para ello evaluaron diversas variables del estado de CF mediante la batería Eurofit (Instituto de Ciencias de la Educación Física y el Deporte, 1992): a) flexibilidad o amplitud de movimiento (flexión de tronco adelante en posición sedente; b) fuerza de prensión manual máxima en ambas manos (dinamometría manual); c) fuerza explosiva de las extremidades inferiores (salto de longitud con pies juntos y sin impulso); d) fuerza-resistencia del tren superior (suspensión con flexión de brazos); e) velocidad-agilidad (carrera de ida y vuelta 4 × 10 m); f) potencia aeróbica (Course-Navette). A partir de los resultados obtenidos en la Course-Navette se estimó el  $VO_2$  máx. aplicando la fórmula de Lèger et al. (1988):  $VO_2 \text{ máx.} = 31,025 + 3,238 (V) - 3,248 (E) + 0,1536 (E)$ , donde V es la



velocidad en  $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$  alcanzada en el último palier de la Course-Navette y E la edad en años.

Se calcularon percentiles (5 hasta 100) de cada una de los test administrados clasificados por edad y sexo. Los resultados mostraron que poseer nivel de CF inferior al percentil 5 es potencialmente patológico y sitúa al individuo ante un probable riesgo cardiovascular futuro. También realizaron un cálculo de percentiles de 10 a 100, que se utilizó para realizar una clasificación intuitiva del estado de CF de los adolescentes españoles: muy mala ( $X < \text{percentil } 20$ ), mala ( $\text{percentil } 20 \leq X < \text{percentil } 40$ ), media ( $\text{percentil } 40 \leq X < \text{percentil } 60$ ), buena ( $\text{percentil } 60 \leq X < \text{percentil } 80$ ) y muy buena ( $X \geq \text{percentil } 80$ ).

Los puntos de corte del Fitnessgram® (The Cooper Institute for Aerobics Research, 1999) para los resultados del  $\text{VO}_2$  máx. se emplearon para fijar el umbral de salud cardiovascular en  $42 \text{ ml/kg/min}$  para toda la adolescencia en el caso de los varones, mientras que para las mujeres sería de  $35 \text{ ml/kg/min}$  a partir de los 14 años, y de  $38 \text{ ml/kg/min}$  para edades inferiores. Siguiendo estos valores, la prevalencia de adolescentes con riesgo cardiovascular fue del 17% para las mujeres y el 19% para los varones. Pero lo más relevante fue encontrar que el grupo de adolescentes cuya CA era indicativa de riesgo cardiovascular futuro presentaba también niveles inferiores de fuerza muscular (menor fuerza máxima de prensión manual, solo en varones,  $p \leq 0,001$ ; menor fuerza resistencia del tren superior,  $p \leq 0,001$ , menor potencia explosiva del tren inferior,  $p \leq 0,001$ ), velocidad-agilidad ( $p \leq 0,001$ ) y flexibilidad ( $p \leq 0,05$ ).

Con respecto a las limitaciones de este estudio, a pesar de la pulcritud y la rigurosidad en la metodología empleada, los autores señalan la necesidad de no olvidar las características antropométricas, el perfil lipídico o la presión arterial en la valoración del estado de salud para la prevención de la enfermedad cardiovascular.

Las conclusiones de este trabajo ponen de relieve los bajos niveles de un porcentaje de adolescentes españoles e indican la necesidad de mejorar el nivel de CF para prevenir futuras patologías cardiovasculares. Además, sugieren que los valores establecidos para cada una de las pruebas empleadas pueden ser considerados como normativos o valores referencia para



evaluar e interpretar correctamente el nivel de CF de cualquier adolescente entre los 13 y los 18,5 años.

Estudios realizados en escolares de enseñanza primaria. Tras revisar la evidencia científica disponible, Casajús et al. (2012) observaron que la CF, la adiposidad y la distribución grasa observadas en la infancia, parecen tener una relación directa con la salud cardiovascular en la edad adulta. En base a esto, se plantearon como objetivo evaluar en escolares de 7 a 12 años el nivel de CA y la distribución grasa en relación con el estado de CF. Para ello, emplearon la antropometría para medir el grado de adiposidad y la distribución grasa, y la batería Eurofit para la CF. Los parámetros evaluados fueron los siguientes: a) coordinación óculo-manual o golpeo de placas; b) flexión de tronco adelante en posición de sentado; c) salto de longitud sin impulso con pies juntos; d) dinamometría manual; e) abdominales en 30 segundos; f) suspensión con flexión de brazos; g) carrera 5 x 10 m; y h) Course-Navette. Se estimó el VO<sub>2</sub> máx. empleando las fórmulas de Léger et al. (1988). Se categorizó a los escolares en dos grupos de buena y mala CA en función de los valores del VO<sub>2</sub> máx. Los puntos de corte establecidos fueron 42 y 38 mL/kg/min para varones y mujeres respectivamente.

Controlando la edad como covariable, los resultados arrojados indicaron que los varones con buena CA tenían inferiores registros en peso, IMC, suma de seis pliegues cutáneos y suma de pliegues del tronco; además de una mejor flexibilidad de tronco, potencia explosiva del tren inferior, fuerza resistencia abdominal, fuerza resistencia del tren superior y velocidad-agilidad. No se encontraron diferencias significativas en la coordinación óculo manual ( $18,7 \pm 4,7$  vs.  $18,3 \pm 3,4$ ) y dinamometría manual ( $16,5 \pm 5,2$  vs.  $17,9 \pm 5,5$ ). En las mujeres, aquellas con buena CA tenían valores superiores de VO<sub>2</sub> máx., menores valores en peso, IMC, suma de seis pliegues cutáneos y suma de pliegues del tronco; así como mejores valores en potencia explosiva del tren inferior y fuerza resistencia del tren superior. Las mujeres con mala CA mostraron una mayor velocidad-agilidad. No se encontraron diferencias significativas en coordinación óculo manual ( $19,1 \pm 4,6$  vs.  $15,9 \pm 2,5$ ), flexión de tronco ( $19,5 \pm 5,5$  vs.  $19,0 \pm 5,0$ ), dinamometría manual ( $14,7 \pm 4,8$  vs.  $20,0 \pm 4,3$ ), fuerza resistencia abdominal ( $16,9 \pm 5,8$  vs.  $17,8 \pm 6,5$ )

Las conclusiones de este estudio fueron las siguientes: a) se presentan valores normativos de las pruebas de CF para



sujetos de 7 a 12 años; b) el percentil 5 se confirma como el punto de corte para definir a niños y niñas con una CF patológicamente baja, y los sitúa en una condición de riesgo que podría ser revertida; c) la detección temprana de escolares con una baja CF es primordial para incrementar las probabilidades de éxito al intentar modificarla; d) los elevados porcentajes de mala CA reportados deben alertar a las autoridades sanitarias y educativas para prevenir este déficit de salud cardiovascular en la edad escolar; e) la CA es un indicador fiable del nivel de CF general en escolares; los escolares con mejor CA mostraron en general un mayor rendimiento físico y una composición morfológica más saludable; f) la valoración del nivel de CA a través del test de Course-Navette, resulta viable, relativamente sencillo de llevar a cabo y de bajo coste, por lo que debería implementarse en la exploración clínica, especialmente en las poblaciones con riesgo cardiovascular y metabólico.

Mayorga-Vega, Merino-Marban, & Rodríguez-Fernández (2013), tras constatar la relevancia de la CF como marcador de salud y que su relación con otros componentes de la CF aún no había sido ampliamente estudiada en preadolescentes, se plantearon en un estudio analizar la relación de tener una alta (o baja) CA y el nivel de CF relacionada con la salud.

Administraron la batería ALPHA-fitness (Ruiz et al., 2011) para medir los siguientes indicadores de la CF: a) composición corporal (índice de masa corporal y pliegues cutáneos, tríceps y pierna medial); b) fuerza isométrica del tren superior (dinamometría manual); c) fuerza explosiva de las extremidades inferiores (salto horizontal); c) velocidad-agilidad (carrera 4 x 10 m); d) potencia aeróbica (Course-Navette). Se usó la ecuación de Léger y col. (1988) para estimar el VO<sub>2</sub> máx. La muestra de participantes se dividió en base a los valores obtenidos en el test Course Navette (n.º de vueltas totales) en: baja CF < percentil 50 (M ± DE = 20,97 ± 7,45) y alta CF ≥ percentil 50 (M ± DE = 47,27 ± 11,72). Los valores (M ± DE) de VO<sub>2</sub> máx. fueron 40,36 ± 2,26 para los sujetos con baja CF y 48,16 ± 3,28 para aquellos con alta CF.

Los resultados mostraron que los escolares con alta CF presentaron una mejor composición corporal (p < 0,001 en peso, IMC, pliegues y porcentaje de grasa corporal), una mayor potencia explosiva del tren inferior y VO<sub>2</sub> máx. (p < 0,001 para ambos). No se encontraron diferencias significativas en fuerza máxima de prensión manual (baja CF = 18,09 ± 3,54 vs. alta CF = 19,57 ± 4,81). Una de las limitaciones de este trabajo hace



referencia al tamaño de la muestra que impidió realizar un examen diferenciado por sexos. La otra limitación de relevancia fue la no inclusión de otros test de valoración de la fuerza de prensión manual que contribuyan en mayor medida a la mejor comprensión de la relación entre la CA y la fuerza muscular.

Las conclusiones de este estudio indican que los test incluidos en la batería ALPHA-fitness parecen presentar una relación directa con la salud cardiovascular de preadolescentes de 10-12 años, excepto para la dinamometría manual en el que no se observa una relación tan clara.

Teniendo en cuenta que la CA se ha revelado como un potente marcador biológico de la salud y la capacidad funcional, y teniendo en cuenta la escasez de investigaciones que hayan abordado su relación con el estado de CF, Rosa et al. (2015) analizaron el rendimiento físico en función de poseer una menor o mayor CA.

Se utilizó la versión de la batería ALPHA-fitness basada en la evidencia (Ruiz et al., 2011) sin incluir la medición de pliegues y se añadió el test de capacidad motora de la versión extendida. Los indicadores fueron los siguientes: a) composición corporal (índice de masa corporal); b) fuerza isométrica del tren superior (dinamometría manual); c) fuerza explosiva de las extremidades inferiores (salto horizontal); c) velocidad-agilidad (carrera 4 x 10 m); d) potencia aeróbica (Course-Navette). Se empleó también la ecuación de Léger et al. (1988) para estimar el VO<sub>2</sub> máx. Se categorizó a los participantes en dos grupos según los paliers (o medio paliers) alcanzados en Course-Navette: menor CA (< percentil 50) y mayor CA (≥ percentil 50). Para los varones de 8-9 años el percentil 50 fue de 2,7 y para los varones de 10-12 años fue de 3,7. Para las mujeres de 8-9 años el percentil 50 fue de 2,1 y para las mujeres de 10-12 años fue de 2,8.

Los escolares con mayor CA presentaron menores valores en peso, IMC, carrera 4 x 10 m, salto longitudinal y VO<sub>2</sub> máx. ( $p < 0,001$  para todos). No se hallaron diferencias significativas en dinamometría manual (menor CA,  $M \pm DE = 15,8 \pm 5,0$  vs. mayor CA,  $M \pm DE = 16,1 \pm 5,8$ ). Las principales limitaciones de este trabajo refieren a su diseño transversal y a la no inclusión de parámetros potencialmente influyentes en la CF, como la dieta, la etnia o el estatus socioeconómico entre otros.

Las conclusiones de esta investigación sugieren que los escolares con mayor nivel de CA tienen en general un mejor



estado de CF, y plantean la necesidad de realizar estudios longitudinales que indaguen en las relaciones encontradas y con ello, diseñar programas de intervención basados en la mejora de la CA desde la edad escolar.

Tabla 1. Investigaciones existentes sobre capacidad aeróbica y condición física en escolares y adolescentes españoles.

Autor / Muestra, (país, edad)	Diseño	Variables / instrumentos	Conclusiones
Ortega et al. (2005) / 2.859 sujetos (1.502 mujeres) de España, 13-18,5 años.	Estudio transversal. Muestreo aleatorio representativo.	Morfológico, músculo-esquelético, motor, cardiovascular / batería Eurofit	Es necesario mejorar el nivel de condición física de los adolescentes españoles.
Casajús et al. (2012)/ 1.068 sujetos (518 mujeres) de España, 7-12 años.	Estudio transversal. Muestreo aleatorio representativo.	Morfológico, músculo-esquelético, motor, cardiovascular/ batería Eurofit.	Incorporar desde edades tempranas la evaluación de la condición física y la distribución grasa en la valoración del riesgo de salud.
Mayorga-Vega et al. (2013)/ 72 escolares (37 niñas) de España, 10-12 años.	Estudio transversal. Muestreo no aleatorio con criterios de inclusión.	Morfológico, músculo-esquelético, motor, cardiovascular/ batería ALPHA-fitness.	Las pruebas incluidas en la batería ALPHA basada en la evidencia parecen presentar una clara relación con la salud cardiovascular.
Rosa et al. (2015) / 298 sujetos (139 mujeres) de España, 8-12 años.	Estudio transversal. Muestreo aleatorio, por conveniencia.	Morfológico, músculo-esquelético, motor, cardiovascular / batería ALPHA-fitness.	Se precisan estudios longitudinales que indaguen en las relaciones encontradas entre capacidad aeróbica y condición física.

## CONCLUSIONES





Los resultados obtenidos en estos estudios indican que la CA se encuentra directamente relacionada con la CF; los preadolescentes y los adolescentes con un mejor nivel de CA (o con una condición cardiosaludable) presentaron un mejor rendimiento físico en diversos test que medían parámetros como la velocidad-agilidad, la potencia aeróbica, la fuerza muscular del tren inferior y superior así como valores más saludables de adiposidad e IMC. Tener una mejor CA podría ser el elemento diferenciador principal en el estado general de la CF.

## **APLICACIONES PRÁCTICAS**

En base a todo lo anterior, se plantean las siguientes sugerencias para el desarrollo de intervenciones orientadas a nivel de AF y CF saludable: 1) el ejercicio físico sistematizado y supervisado por especialistas con preadolescentes y adolescentes es una estrategia eficaz en la prevención de la morbilidad y la mortalidad futura por enfermedad cardiovascular; 2) los programas de ejercicio físico no solo deben estar orientados a la mejora del estado de CF sino también al desarrollo de competencias que permitan la realización autónoma de ejercicio en el sujeto joven; es decir, educar en aspectos como el conocimiento de diferentes ejercicios físicos, en protocolos de calentamiento y relajación, en parámetros de duración e intensidad, entre otros; 3) los indicadores nucleares en cualquier intervención deben ser la mejora de la condición cardiovascular y la capacidad funcional; 4) el ejercicio físico no debe ser la única estrategia; es necesario educar en patrones de comportamiento saludables en aspectos como los horarios de sueño y descanso, la alimentación, la higiene postural, el desplazamiento activo o el ejercicio mental, entre otros (ver figura 2); 5) una estrategia principal debe ser por tanto incrementar las oportunidades para la realización de ejercicio físico; teniendo en cuenta que con la legislación actual solo se realizan dos sesiones semanales de educación física y ante la imposibilidad de algunos sujetos de cumplir con las recomendaciones actuales de AF, la escuela se debe revelar como el marco ideal para potenciales iniciativas orientadas a la adquisición de un estilo de vida activo; 6) los profesores de educación física deben asumir esta responsabilidad motivando a su alumnado e implicando a la comunidad educativa; además,





deben ofrecer a las familias un informe periódico del estado de salud que incluya al menos el estatus de peso y la condición cardiovascular, con las recomendaciones de AF en función de los resultados; 7) con la finalidad de reducir costes sanitarios y mejorar la salud pública, es fundamental incrementar la carga lectiva semanal; asimismo, sería importante incentivar adecuadamente al profesorado para llevar a la práctica programas de deporte escolar así como investigaciones que contribuyan al conocimiento científico; 8) es una responsabilidad de las Instituciones Públicas que se implante un sistema de trabajo conjunto entre los pediatras y los médicos de atención primaria con los docentes de educación física.

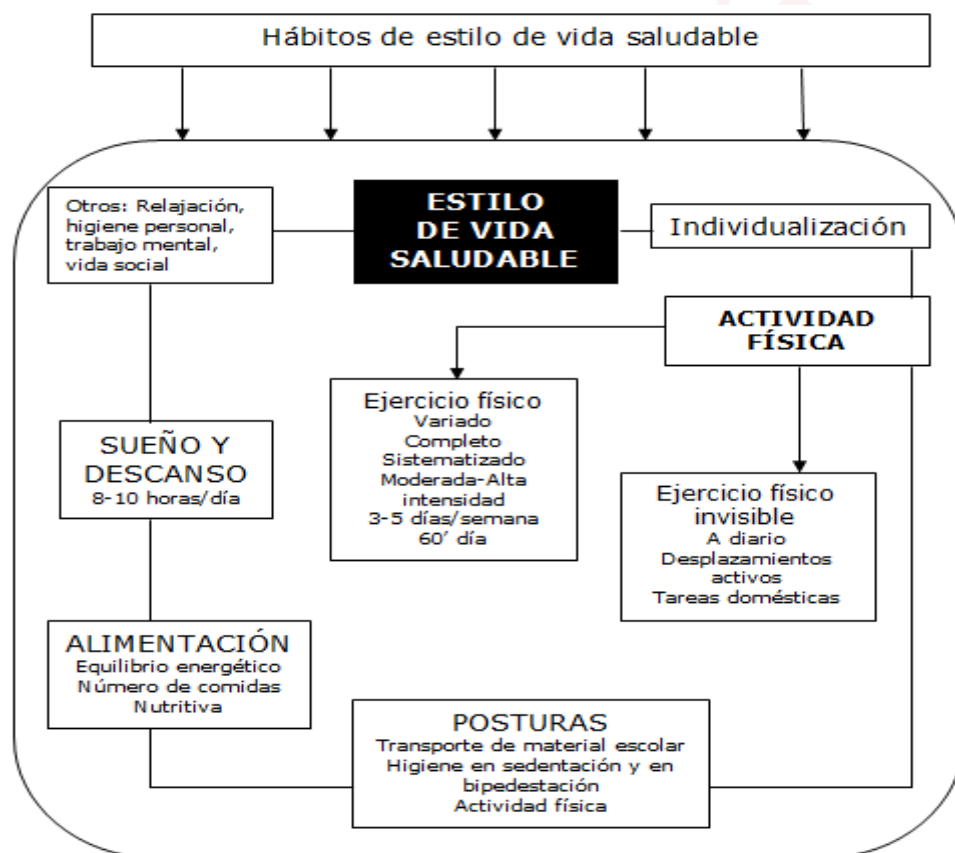


Figura 1. Hábitos de estilo de vida en preadolescentes y adolescentes.

## REFERENCIAS

Abad, B. & Cañada, D. (2014). Unidades didácticas activas [en línea]. Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2014).



Recuperado el 1 de noviembre de 2018 de <http://publicacionesoficiales.boe.es/>.

American Association for Health, Physical Education and Recreation (1958). *AAHPER youth fitness test manual*. Washington DC: AAHPER.

Ardoy, D.N., Fernández-Rodríguez, J., Chillón, E., Artero, G., España-Romero, V., Jiménez-Pavón, D., Ruiz, J., Guirado-Escámez, C., Castillo, M., & Ortega, FB. (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, 151-168.

Borrego-Balsalobre, F. J., López-Sánchez, G. F., & Díaz-Suárez, A. (2015). Effects of a vigorous physical activity program in the strength of primary schoolchildren. *TRANCES: Revista de Transmisión del Conocimiento Educativo y de la Salud*, 7(3), 387-406.

Bouchard, C., & Shepard, R. (1993). *Physical activity, fitness and health: the model and key concepts*. In: Bouchard C, Shepard R, Stephens T, editors. *Physical activity, fitness and health*. Champaign: Human Kinetics.

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*, 290(23), 3092-100.

Casajús, J.A., Ortega, F.B., Vicente-Rodríguez, G., Leiva, M.T., Moreno, L.A., & Ara, I. (2012). Physical fitness, fat distribution and health in school-age children (7 to 12 years). *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 12(47), 523-537.

Castillo-Garzón, M.J. (2007). Physical fitness is an important contributor to health for the adults of tomorrow. *Selección*, 17(1), 2-8.

Castillo-Garzón, M. J., Ortega, F. B., y Ruiz, J. (2005). Mejora de la forma física como terapia antienvjecimiento. *Medicina Clínica (Barc.)*, 124, 146-155.

Chaddock-Heyman, L., Hillman, C.H., Cohen, N.J., & Kramer, A.F. (2014). The importance of physical activity and aerobic fitness for cognitive control and memory in children. *Monogr. Soc. Res. Child. Dev.*, 79(4), 25-50.



Cuenca-García, M., Jiménez-Pavón, D., España-Romero, V., Artero, E., Castro-Piñero, J., Ortega, F., Ruiz, J., & Castillo M. (2011). Condición física relacionada con la salud y hábitos de alimentación en niños y adolescentes: propuesta de addendum al informe de salud escolar. *Revista de Investigación en Educación*, 9(2),35-50.

Eisenmann, J.C., Wickel, E.E., Welk, G.J., & 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, 4653.

Franco-Arévalo, D., De la Cruz-Sánchez, E., & Feu, S. (2017). The influence of the parents and equals in the realization of physical sports-activity of the students of primary education. *E-Balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 13(3), 263-272.

Fuentes-Lorca, A. (2015). The implementation of the crossfit in schools. *Rev. Ib. CC. Act. Fís. Dep.*, 5(1), 1-17.

Gálvez, A., Rodríguez-García, P.L., García-Cantó, E., Rosa Guillamón, A., Pérez-Soto, J.J., Marcos, L.T., & López, P.T. (2015a). Capacidad aeróbica y calidad de vida en escolares de 8 a 12 años. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*, 27(5), 239-245.

Gálvez, A., Rodríguez-García, P.L., Rosa, A., García-Cantó, E., Pérez-Soto, J.J., Tárraga, M.L., & Tárraga, P.J. (2015b). Nivel de condición física y su relación con el estatus de peso corporal en escolares. *Nutrición Hospitalaria*, 31(1), 393-400.

Gálvez, A., Rodríguez-García, P.L., Rosa, A., García-Cantó, E., Pérez-Soto, J.J., Tárraga, P.J., & Tárraga, M.L. (2016). Capacidad aeróbica, estado de peso y autoconcepto en escolares de primaria. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*, 28(1),1-8.

Gálvez, A., Rosa, A., García-Cantó, E., Rodríguez-García, P.L., Pérez-Soto, J.J., Tárraga, M.L. y Tárraga, P.J. (2015c). Estado nutricional y calidad de vida relacionada con la salud en escolares el sureste español. *Nutrición Hospitalaria*, 31(2), 737-743.

García-Cantó, E., Carrillo, P.J., & Rosa, A. (2019). Análisis de la actividad física en escolares de la Región de Murcia. *EmásF, Revista digital de Educación Física*, 57(2), 105-117.



Gómez-Mármol, A., Sánchez-Alcaraz, B.J., Pérez, M., & Ribes, A. (2014). El crossfit en la educación física escolar. *EmásF, Revista Digital de Educación Física*, 5(30), 19-34.

Instituto de Ciencias de la Educación Física y el Deporte (1992). *EUROFIT. Test europeo de aptitud física*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.

Jiménez-Moral, J.A., Zagalaz, M.L., Molero, D., Pulido-Martos, M., & Ruiz, J.R. (2013). Capacidad aeróbica, felicidad y satisfacción con la vida en adolescentes españoles. *Revista de Psicología del Deporte*, 22(2), 429-436.

Kodama, S., Saito, K., Tanaka, S., Maki, M., Yachi, Y., Asumi, M., & Sone, H. (2009). Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *Journal of American Medicine Association*, 301, 2024-2035.

LaMonte, M.J., Barlow, C.E., Jurca, R., Kampert, J.B., Church, T.S., & Blair, S.N. (2005). Cardiorespiratory fitness is inversely associated with the incidence of metabolic syndrome: a prospective study of men and women. *Circulation*, 112, 505-12.

Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 meters shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93-101.

López-Sánchez, G. F., Nicolás-López, J., & Díaz-Suárez, A. (2016). Effects of a program of intense physical activity on the body composition of adolescents from Murcia. *SPORT TK: Revista Euroamericana de Ciencias del Deporte*, 5(2), 83-88.

Martínez-Gómez, D., Ruiz, J.R., Ortega, F.B., Veiga, O.L., Moliner-Urdiales, D., Mauro, B., Galfo, M., Manios, Y., Widhalm, K., Béghin, L., Moreno, L.A., Molnar, D., Marcos, A., Sjöström, M., & the HELENA Study Group (2010). Recommended levels of physical activity to avoid an excess of body fat in European adolescents: the HELENA Study. *Am. J. Prev. Med.*, 39, 203-211.

Mayorga-Vega, D., Merino-Marban, R., & Rodríguez-Fernández, E. (2013). Relationship between cardiorespiratory fitness and performance in the ALPHA health-related physical fitness test battery for 10-12 year-old children. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 22(8), 41-47.

McMurray, R.G., Harrell, J.S., Bangdiwala, S.I., & Hu, J.H. (2003). Tracking of physical activity and aerobic power from



childhood through adolescence. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(11), 1914-1922.

Mesa, J.L., Ruiz, J.R., Ortega, F.B., Warnberg, J., González-Lamuno, D., Moreno, L.A., Gutiérrez, A., & Castillo, M.J. (2006). Aerobic physical fitness in relation to blood lipids and fasting glycaemia in adolescents: Influence of weight status. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.*, 16, 285-293.

Ministerio de Sanidad y Consumo-Ministerio de Educación y Ciencia (2006). *Actividad física y salud en la infancia y la adolescencia. Guía para todas las personas que participan en su educación*. Madrid: Grafo.

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.[see comment]. *JAMA*, 290(12), 1600-7.

National Association of Sport and Physical Education (2004). *Physical activity for children: A statement of guidelines for children ages 5-12* (2nd ed.). Reston, VA: NASPE Publications.

Organización Mundial de la Salud (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.

Ortega, F. B., Ruiz, J., & Castillo, M. J. (2013). Actividad física, condición física y sobrepeso en escolares y adolescentes: evidencia procedente de estudios epidemiológicos. *Endocrinología y Nutrición*, 60, 458-469.

Ortega, F.B., Ruiz, J.R., Castillo, M.J., Moreno, L.A., González-Gross, M., Warnberg, J., Gutiérrez, A., & the Grupo AVENA. (2005). Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study). *Rev Esp Cardiol*, 58, 898-909.

Ortega, F.B., Ruiz, J.R., Castillo, M.J., & Sjöström, M. (2008a). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int. J. Obes. (Lond.)*, 32, 1-11.

Ortega, F.B., Ruiz, J.R., Hurtig-Wennlöf, A., & Sjöström, M. (2008b). Los adolescentes físicamente activos presentan más probabilidad de una capacidad cardiovascular saludable independientemente del grado de adiposidad. The European Youth Heart Study. *Rev. Esp. Cardiol.*, 61, 123-9.



Ortega, F.B., Tresaco, B., Ruiz, J.R., Moreno, L.A., Martín-Matillas, M., Mesa, J.L., & Castillo, M.J. (2007). Cardiorespiratory fitness and sedentary activities are associated with adiposity in adolescents. *Obesity, 15*, 1589-1599.

Pérez-Soto, J.J., García-Cantó, E., Rosa, A., Rodríguez-García, P.L., Moral-García, J.E., & López-García, S. (2018). After-school leisure time: physical activity and estimated caloric expenditure in schoolchildren from southeast Spain. *Rev. Fac. Med., 66*(2), 209-14

Rodríguez-Hernández, A., Feu, S., Martínez-Santos, R., de la Cruz-Sánchez, E. (2011). Prevalence and distribution of inactivity and weight excess in Spanish scholar children. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte, 7*(3), 157168.

Román, B., Serra-Majem, L., Ribas-Barba, L., Pérez-Rodrigo, C., & Aranceta, J. (2008). How many children and adolescents in Spain comply with the recommendations on physical activity? *J Sports Med Phys Fitness, 48*(3),380-7.

Rosa, A., & García-Cantó, E. (2017a). Relación entre fuerza muscular y otros parámetros determinantes de la condición física en escolares de primaria. *SPORT TK: Revista Euroamericana de Ciencias del Deporte, 6*(1), 107-116.

Rosa, A. & García-Cantó, E. (2017b). Relationship between weight status and muscle strength in primary school children. *E-Balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte, 13*(3), 251-262.

Rosa, A., García-Cantó, E., & Carrillo, P. J. (2018). Percepción de salud, actividad física y condición física en escolares. *Cuadernos de Psicología del Deporte, 18*(3), 179-189.

Rosa, A., García-Cantó, E., & Carrillo, P. J. (2019a). Relación entre capacidad aeróbica y el nivel de atención en escolares de primaria. *Retos, 35*, 36-41.

Rosa, A., García-Cantó, E., & Carrillo, P. J. (2019b). Capacidad aeróbica y rendimiento académico en escolares de educación primaria. *Retos, 35*, 351-354.

Rosa, A., García-Cantó, E., Rodríguez-García, P.L., & Pérez-Soto, J.J. (2014). Nivel de capacidad aeróbica y su relación con el estatus corporal en escolares de 8 a 12 años. *EmásF, Revista Digital de Educación Física, 6*(31), 7-20.

Rosa, A., García-Cantó, E., Rodríguez-García, P.L., & Pérez-Soto, J.J. (2015a). Aerobic capacity and its relationship with





parameters of health-related fitness in schoolchildren. *Rev. Fac. Cienc. Salud UDES*, 2(2),90-6.

Rosa, A., Rodríguez-García, García-Cantó, & Pérez-Soto, J.J. (2015b). Niveles de condición física de escolares de 8 a 11 años en relación al género y a su estatus corporal. *Ágora para la EF y el Deporte*, 17(3), 237-250.

Rosa, A., García-Cantó, E., Rodríguez-García, P.L., & Pérez-Soto, J.J. (2016a). Physical condition and quality of life in schoolchildren aged between 8 and 12. *Rev. Fac. Med.* 65(1), 37-42.

Rosa, A., García-Cantó, E., Rodríguez-García, P.L., y Pérez-Soto, J.J. (2016b). Weight status, physical fitness and satisfaction with life among elementary school children. A pilot study. *Revista MHSalud*, 13(2), 1-15.

Rosa, A., García-Cantó, E., Rodríguez-García, P.L., Pérez-Soto, J.J., Tárraga-Marcos, M.L., Tárraga-López, P.J. (2017) Actividad física, condición física y calidad de la dieta en escolares de 8 a 12 años. *Nutrición Hospitalaria*, 34(6):1292-8.

Rosa-Guillamón, A. (2018). Análisis de la relación entre salud, ejercicio físico y condición física en escolares y adolescentes. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, 20(1), 1-15.

Ruiz, J.R., Castro-Pinero, J., Artero, E.G., Ortega, F.B., Sjostrom, M., Suni, J., & Castillo, M.J. (2010). Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med*, 43, 909-23.

Ruiz, J. R., España Romero, V., Castro Piñero, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca García, M. Jiménez-Pavón, D., Chillón, P., Girela-Rejón, M.a J., Mora, J., Gutiérrez, A., Suni, J., Sjöstrom, M., y Castillo, M. J. (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.

Ruiz, J. R., & Ortega, F. B. (2009). Physical Activity and Cardiovascular Disease Risk Factors in Children and Adolescents. *Current Cardiovascular Risk Reports*, 3, 281-287.

Ruiz, J.R., Ortega, F.B., Gutiérrez, A., Meusel, D., Sjöström, M., & Castillo, M.J. (2006). Health-related fitness assessment in childhood and adolescence; A European approach based on the AVENA, EYHS and HELENA studies. *J Public Health*, 14, 269-277.





Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Rizzo, N. S., Villa, I., Hurtig-Wennlöf, A., Oja, L., & Sjöström, M. (2007a). High Cardiovascular Fitness Is Associated with Low Metabolic Risk Score in Children: The European Youth Heart Study. *Pediatrics Research*, *61*, 350-355.

Ruiz, J.R., Rizzo, N.S., Ortega, F.B., Loit, H.M., Veidebaum, T., & Sjöström, M. (2007b). Markers of insulin resistance are associated with fatness and fitness in schoolaged children: the European Youth Heart Study. *Diabetologia*, *50*, 1401-1408.

Silva, G., Aires, L., Mota, J., Oliveira, J., & Ribeiro, J.C. (2012). Normative and criterion-related standards for shuttle run performance in youth. *Pediatr Exerc Sci*, *24*(2), 157-69.

Stabile, J., Cook, S.B., & Carey, G.B. (2013). Cardiovascular fitness, activity, and metabolic syndrome among college men and women. *Metab Syndr Relat Disord*, *11*(5), 370-6.

Strong, W.B., Malina, R.M., Blimkie, C.J.R., Daniels, S.R., Dishman, R. K., Gutin, B., Hergenroeder, A.C., Must, A., Nixon, P.A., Pivarnik, J.M., Rowland, T., Trost, A., & Trudeau, F. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *The Journal of Pediatrics*, *146*, 732-737.

The Cooper Institute for Aerobics Research (1999). *FITNESSGRAM test administration manual*. Champaign: Human Kinetics.

U.S. Department of Health and Health Services (2000). Healthy People 2010. Understanding and improving health [en línea]. Recuperado de <http://www.healthypeople.gov/Document/pdf/uih/2010uih.pdf>.