

## Análisis de la capacidad aeróbica como cualidad esencial de la condición física de los estudiantes: Una revisión sistemática

### Analysis of aerobic capacity as an essential quality of students' physical condition: A systematic review

Gabriel González Valero, Félix Zurita Ortega, Silvia San Román Mata, Antonio José Pérez Cortés, Pilar Puertas Molero, Ramón Chacón Cuberos

Universidad de Granada (España)

**Resumen.** Las etapas educativas relativas a la infancia y adolescencia son periodos esenciales para promocionar los estilos de vida saludables, tales como el incremento de la actividad física y la mejora de la condición física. La capacidad aeróbica es una de las cualidades más importantes de la condición física relacionadas con la salud, ya que representa una medida directa del grado general de salud y de manera específica del estado del sistema cardiovascular, respiratorio y metabólico. El presente trabajo tiene como objetivo principal analizar el efecto de la capacidad aeróbica en estudiantes, mediante una revisión sistemática de literatura científica. La búsqueda bibliográfica se ha realizado en la base de datos Web of Science y SCOPUS, obteniendo una población de 293 artículos publicados entre 1997-2017. Tras la aplicación de los criterios de inclusión, se seleccionaron 26 estudios para su posterior análisis y tratamiento. Podemos decir que la capacidad aeróbica del alumnado se encuentra relacionada de forma considerable con los niveles de actividad física, parámetros antropométricos y aspectos del rendimiento académico y mental. Por ello, se resalta la necesidad de aumentar el número de investigaciones que analicen y/o traten la capacidad aeróbica como uno de los principales indicadores de salud relacionada con la condición física, ejerciendo así un papel protector frente a distintas enfermedades futuras.

**Palabras Clave.** Aptitud física; capacidad aeróbica; estudiantes.

**Abstract.** The educational stages related to childhood and adolescence are essential periods for the promotion of healthy behaviors, such as increased physical activity and improved physical fitness. Aerobic capacity is one of the most important qualities of health-related physical fitness, as it represents a direct measure of general health as well as it specifically defines the state of cardiovascular, respiratory, and metabolic systems. The main objective of this work is to analyze the effect of aerobic capacity in students through a systematic review of scientific literature. The bibliographic search was done in the Web of Science and SCOPUS databases, obtaining a population of 293 articles published between 1997 and 2017. After the inclusion criteria were applied, 26 studies were selected for further analysis and treatment. The review highlights that students' aerobic capacity is significantly associated with physical activity levels, anthropometric parameters, and certain aspects of academic and mental performance. Therefore, the need to increase research analyzing and / or treating aerobic capacity as one of the main health indicators related to physical fitness is emphasized, as this quality plays a protective role in relation to different future diseases.

**Keywords.** Physical Fitness; Aerobic Capacity; Students.

### 1. Introducción

La infancia y la adolescencia son etapas clave para la promocionar los estilos de vida saludables, tales como el incremento de la actividad física y la mejora de la condición física (Castro-Sánchez, Zurita-Ortega, Chacón-Cuberos, Espejo-Garcés, Martínez-Martínez & Pérez-Cortés, 2017; López-Munera, Santos, Navarro-Martínez, Arévalo-Arévalo, García-Pinillos & Latorre-Román, 2016). En la actualidad encontramos que el elevado consumo de alimentos de alta aportación energética, ricos en grasas saturadas y azúcares, la falta de actividad física y el incremento de actividades sedentarias, representan los estilos de vida de gran parte de la población estudiantil. Esta es la causa principal que ha hecho que el sobrepeso y la obesidad en la infancia y la adolescencia se hayan incrementado de manera alarmante de los últimos años (Menéndez-Santurio & Fernández-Río, 2015). En este sentido, la falta de actividad física y la adquisición de una dieta no saludable son dos componentes claros de riesgo para desarrollar enfermedades cardiovasculares, siendo considerados como uno de los principales problemas de salud pública del siglo XXI (Pinel-Martínez, Chacón-Cuberos, Castro-Sánchez, Espejo-Garcés, Zurita-Ortega & Pérez-Cortés, 2017). Estas etapas son decisivas en el desarrollo humano, debido a múltiples cambios fisiológicos en el crecimiento, cambios en la composición corporal, así como transformaciones psicológicas que tienden a afectar a la imagen corporal, la forma de alimentarse y el modo de comportarse (Chacón-Cuberos, Zurita-Ortega, Castro-Sánchez, Espejo-Garcés, Martínez-Martínez & Linares, 2016; Espejo-Garcés, Cabrera-Fernández, Castro-Sánchez, López-Fernández, Zurita-Ortega & Chacón-Cuberos, 2015; Louise-Kyle, Hernández-Mendo, Reigal-Garrido & Morales-Sánchez, 2016).

Un factor íntimamente ligado al nivel de ejercicio y/o a la actividad

física, es el estado de condición física, la cual constituye una medida integrada de todas las funciones y estructuras que intervienen en la realización de actividades físico-deportivas (Esteves, Vieira, Brás, O'Hara & Pinheiro, 2017). La condición física para Valdés & Yanci (2016) comprende un conjunto de cualidades físicas tales como la capacidad aeróbica, la fuerza y resistencia muscular, movilidad y amplitud articular, velocidad de desplazamiento, agilidad, coordinación, equilibrio y composición corporal, siendo la capacidad aeróbica, una de las cualidades más importantes de la condición física en relación con la salud. La capacidad aeróbica representa una medida directa del grado general de salud y de manera específica del estado del sistema cardiovascular, respiratorio y metabólico (Hardman & Marshall, 2005). En definitiva, tener un nivel medio-alto de capacidad aeróbica disminuye el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y aumenta la esperanza y calidad de vida en los adultos (Viciana-Ramírez, Mayorga-Vega & Cocca, 2014). La capacidad aeróbica también se asocia inversamente con distintos parámetros de salud en jóvenes, tales como el perfil lipídico, la resistencia a la insulina, la masa magra, parámetros relacionados con síndromes metabólicos y la resistencia arterial (Lema, Mantilla & Arango, 2016). Para su posterior estudio y análisis, los profesionales de la materia recomiendan y se decantan por utilizar pruebas que midan la condición física, más concretamente se centran en los test de capacidad aeróbica, adaptados a la edad correspondiente, dada la importancia de estudio y repercusión para los hábitos y estilos de vida saludables del alumnado, ya que estas pruebas ayudarán a establecer percentiles que a largo plazo serán de gran interés científico para establecer la carga necesaria de actividad física (Juránková, Bílý & Hrazdíra, 2015; Tanir, Gucluover & Cigerci, 2014).

Dadas las consideraciones expuestas, la finalidad de este estudio reside en realizar una revisión sistemática de literatura científica que aborde el análisis y/o la evaluación de la capacidad aeróbica como cualidad esencial de la condición física y determinante en la salud y calidad de vida en los estudiantes según las diferentes etapas educativas.

## 2. Fundamentación teórica

### *La actividad física como estilo de vida saludable*

La práctica de actividad física tiene que acompañar el ciclo vital de las personas y consolidarse como un hábito cotidiano más, como también puede ser el alimentarse adecuadamente, descansar suficiente o cualquier acción que ayude al funcionamiento correcto del organismo (González-Valero, Zurita-Ortega, Puertas-Molero, Chacón-Cuberos, Espejo-Garcés, & Castro-Sánchez, 2017; Rodríguez-Cabrero et al., 2015). Por ello, deberíamos ser sensibles ante la importancia que en la actualidad tiene la práctica de la actividad física y el deporte para la educación, para la prevención de problemas relacionados con la salud y la promoción de las relaciones sociales entre nuestros jóvenes, siendo esta práctica un instrumento de primer orden para las políticas sanitarias, educativas y problemáticas sociales (González-González de Mesa, Cuervo-Tuero, Cachón-Zagalaz & Zagalaz-Sánchez, 2016; López-Martínez, Sánchez-López, Solera-Martínez, Arias-Palencia, Fuentes-Chacón & Martínez-Vizcaíno, 2013). Aunque se ha producido un leve desplazamiento de la importancia atribuida al desarrollo de la condición física en la dirección de la promoción de una actividad física regular, actualmente, los paradigmas de salud y actividad física se centran en la cantidad física necesaria para garantizar beneficios a la salud para toda la vida (Pieron, 2004).

Los estilos de vida entendidos por Mendoza-Berjano, Sagrera-Pérez & Batista-Foguet (1994) como el conjunto de patrones de conducta que caracterizan la manera de vivir de un grupo o individuo, se encuentran estrechamente unidos a la salud y con una relación causa-efecto directa con la actividad física, que junto a los hábitos alimenticios, higiénicos y sociales, van a determinar que la persona adquiera o no, un estado de vida saludable (Pieron, Ruíz & García, 2009). Por ello, la práctica de actividad física realizada con una frecuencia, intensidad y duración adecuadas, es un factor integrado en los denominados estilos de vida saludables, que contribuye decisivamente a mantener la salud y calidad de vida de los sujetos, los cuales incluyen a la misma en sus hábitos de vida (Warburton, Nicol & Bredin, 2006).

Los niveles de práctica de actividad física tienden a descender a medida que nuestra edad va en aumento, en este sentido, la infancia es un momento esencial para la promoción de estilos de vida saludables como la práctica de actividad física y evitación de comportamientos sedentarios, ya que los niveles de práctica de actividades físico-deportivas del alumnado en edad preescolar son esenciales para el desarrollo global del alumnado (Beltrán-Carrillo, Sierra, Jiménez-Loaisa, González-Cutre, Martínez-Galindo & Cervelló, 2017; Grzywacz et al., 2014; Chacón-Cuberos, Arufe-Giráldez, Espejo-Garcés, Cachón-Zagalaz, Zurita-Ortega & Castro-García, 2017). La adquisición de hábitos saludables se asocia con mejoras en la capacidad cardio-respiratorias, del mismo modo, los altos niveles de rendimiento aeróbico y la coordinación motora, son fuertes predictores de la actividad física durante la infancia, la cual está asociada a la mejora de las habilidades motoras y la capacidad aeróbica, siendo un determinante del riesgo cardiovascular (Arias & Navarro, 2010; Bürgi et al., 2011). En la pre-adolescencia y la adolescencia, los jóvenes se enfrentan por primera vez a conductas que suponen un riesgo para la salud como el consumo de tabaco y de bebidas alcohólicas, lo cual conlleva al abandono de otras conductas que la realizan como la práctica de deporte y actividades físicas, así como la alimentación saludable (Castillo, Balaguer & García-Merita, 2007; Castro-Sánchez et al., 2017).

Estas conductas clásicas de los estilos de vida se relacionan entre sí, observándose una relación positiva entre la práctica de actividad física y de deporte y las conductas que realizan la salud, mientras que existen relaciones negativas entre dichas prácticas y las conductas que perjudican la salud (Castro-Sánchez, Zurita-Ortega, Chacón-Cuberos, Martínez-Martínez, Espejo-Garcés & Álvaro-González, 2015). En definitiva, si durante el desarrollo de la persona no se adquieren estilos de vida saludables, podrían verse alterados los ámbitos cognitivos, físicos y sociales en la etapa adulta, como alternativa Cerkez, Culjak, Zenic, Sekulic & Kondric (2015), plantean la adquisición de hábitos

saludables mediante la práctica de actividad físico-deportiva, pues esta genera beneficios en los ámbitos comentados y más concretamente en la capacidad aeróbica (indicador de salud).

### *La condición física según las diferentes etapas educativas*

La evaluación de la condición física en la escuela fue, es y será un tema de amplia discusión en el campo de la educación física, por ello es importante realizar la distinción entre la condición física relacionada con la salud y la condición física para lograr un rendimiento, ya que mientras la condición física relacionada con la salud hace referencia específica a aquellos componentes de la condición física que se asocian con el estado de salud de los sujetos y es aplicable y recomendable a cualquier nivel educativo, la condición física para lograr un rendimiento deportivo, es una parte dirigida a optimizar el rendimiento de un determinado deporte y más enfocada para alumnado adolescentes y adulto (Benítez-Sillero, Da Silva-Grigoletto, Muñoz Herrera, Morente-Montero & Guillén-del Castillo, 2015; Secchi, García & Arcuri, 2016).

Es la etapa de Educación Infantil el momento más idóneo para comenzar a establecer hábitos de actividad física y nutricionales empleando una metodología basada en el juego, cuya finalidad es mejorar los niveles de condición física de forma general, aspecto esencial para la prevención de algunas enfermedades, como la obesidad, la cual se asocia con consecuencias para la salud que pueden persistir en la adolescencia y en la edad adulta (Kondriè, Trajkovski, Strbad, Foretiae & Zeniae, 2013). En este sentido, la condición física en estas edades es de gran importancia para la salud, ya que se ha demostrado que existen beneficios físicos y psicológicos, cuando los alumnos de preescolar participan en actividades físico-deportivas, lo cual favorecerá a su vez al desarrollo cognitivo y crecimiento normal de los niños/as (Abbott, Hnatiuk, Timperio, Salmon, Best & Hesketh, 2016). Como consecuencia a lo comentado, una de las estrategias más acertadas que se ha venido desarrollando últimamente para solventar o fomentar estas situaciones, ha sido la promoción de práctica de actividades físico-saludables (Ward, Vaughn, McWilliams & Hales, 2010). Con el objetivo de determinar la eficacia de estas estrategias, se recurre a pruebas que miden los niveles de condición física que podrían ayudar a demostrar el nivel de actividad física asociado a aspectos epidemiológicos y factores sociodemográficos (Latorre, Mora, Fernández, Salas, Moriana & García, 2015). A pesar de que existen diferentes pruebas para cada uno de los componentes de la condición física, son escasas las pruebas que cumplen todos los requisitos para medir y valorar con fiabilidad la condición física en edad infantil, siendo la batería de pruebas PREFIT una de las herramientas más útiles para considerar la aptitud física en niños/as de tres a cinco años de edad (Ortega et al., 2015; Pérez, 2013).

Con el paso de los años, la pre-adolescencia y la adolescencia han sido consideradas las etapas más decisivas para la adquisición y consolidación de los estilos de vida saludables, íntimamente ligados con la práctica de actividades o ejercicio físico (Garzón, Fernández, Sánchez & Gross, 2002; Valdés & Yanci, 2016). Coe, Peterson, Blair, Schutten & Peddie (2013) y Rodríguez-Cabrero et al. (2015), resaltan que en esta etapa se despierta un gran interés por analizar los posibles efectos positivos del ejercicio físico sobre el funcionamiento cognitivo, los cuales podrían incidir en dimensiones como el aprendizaje y el rendimiento académico del alumnado. Dado el interés relativo a la práctica de activi-

Tabla 1.  
*Batería de condición física para jóvenes estudiantes (adaptado a Castro-Piñero et al., 2009).*

BATERÍA	EDAD	PAÍS/REGIÓN
1. EUROFIT	5-8	Europa
2. FITNESSGRAM	5-17	Estados Unidos
3. PCHF	6-17	Estados Unidos
4. PCPF	6-17	Estados Unidos
5. AAUTB	6-17	Estados Unidos
6. YMCAYFT	6-17	Estados Unidos
7. NYPET	5-17	Estados Unidos
8. HRFT	5-18	Estados Unidos
9. Physical Best	5-18	Estados Unidos
10. IPFT	9-19	Estados Unidos
11. CAHPER-PRC	7-69	Canadá
12. CPAFLA	15-69	Canadá
13. NFTP-PRC	9-19+	China
14. NZFT	6-12	Nueva Zelanda
15. AFEA	9-19	Australia

dad física, es necesario recopilar aquellos test o pruebas de condición física principales, los cuales permitan establecer los niveles de actividad física que practican, para ello se presenta la tabla 1 en la que Castro-Piñero et al. (2009) muestran que hay al menos 15 baterías para valorar la condición física en jóvenes y adolescentes de todo el mundo.

### La capacidad aeróbica como cualidad esencial de la condición física

Como venimos comentando, un factor íntimamente relacionado con el nivel de actividad física realizado es la condición física o forma física, estudiada como la capacidad que tienen las personas para realizar un ejercicio o actividad diaria sin la presencia de fatiga, concepto que engloba todas las cualidades físicas de las personas (Castillo-Garzón, Ruiz, Ortega & Gutiérrez-Sainz, 2007; Rosa-Guillamón & García-Canto, 2017). En este sentido, para Ruiz et al. (2011) la condición física puede ser definida como la capacidad que tiene una persona para realizar actividades y/o ejercicio físico, la cual constituye una medida integrada de todas las funciones y estructuras que intervienen en la realización de estas actividades, estas funciones son la músculo-esquelética, cardio-respiratoria, hemato-circulatoria, psico-neurológica y endocrino-metabólica. Teniendo en cuenta las aportaciones de varios autores, consideramos que los componentes de la condición física se pueden agrupar en dos grandes categorías: los aspectos relacionados con la salud (capacidad aeróbica, fuerza muscular, resistencia muscular y flexibilidad) y los relacionados con la habilidad (agilidad, equilibrio, coordinación, potencia, tiempo de reacción y velocidad) (Hardman & Marshall, 2005; Molnár & Livingstone, 2000).

De tal forma, podemos decir que la capacidad aeróbica es el componente de la condición física relacionado con la salud más estudiado y a su vez, representa una de las cualidades más importantes de la condición física relacionadas con la salud, ya que constituye una medida directa del grado general de salud y de manera específica del estado del sistema cardiovascular, respiratorio y metabólico (Kaj et al., 2015). Así mismo, esta capacidad constituye el principal exponente del estado de forma física del alumnado, siendo el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max) la variable fisiológica que mejor la define en términos de capacidad cardiovascular (Paradis, Zacharogiannis, Mandila, Smirtiotou, Argeitaki & Cooke, 2014). Antes de distinguir esta capacidad, es necesario resaltar que son muchos los términos utilizados para definir este componente de la condición física, estos son: capacidad cardiorrespiratoria, capacidad cardiovascular, resistencia cardiorrespiratoria, capacidad aeróbica, capacidad de trabajo aeróbico y capacidad de trabajo físico, entre otras (Ruiz et al., 2010).

Clásicamente, se ha distinguido entre resistencia aeróbica local y general, la local hace referencia a la capacidad de un músculo o un grupo muscular de aguantar durante un periodo prolongado de tiempo un ejercicio, de tal modo que la fatiga se producirá en la musculatura implicada, mientras que la general hace referencia a los esfuerzos que implican a una gran masa muscular o varios grupos musculares, es así como se ha propuesto que si la masa muscular implicada es menor a un séptimo de la musculatura total se trata de resistencia aeróbica local, ya que en ejercicios con masas musculares de menor tamaño la fatiga aparece antes de que se haya solicitado al máximo la capacidad de transporte de oxígeno (Hüter-Becker, Schewe & Heipertz, 2006). Teniendo en cuenta estos aspectos, comentar que son diversos los estudios que han constatado en personas jóvenes que la capacidad aeróbica se asocia de manera inversa con distintos parámetros fisiológicos de salud, tales como la resistencia a la insulina, la adiposidad o el perfil lipídico, factores vinculados con el síndrome metabólico y la resistencia arterial, asimismo, se ha descrito la relevancia de la capacidad aeróbica como indicador de riesgo cardiovascular por encima de otros factores ya mostrados, como los problemas cardiovasculares (George, Stone & Burkett, 1997; Hoyos, Irazusta, Gravina, Gil, Gil & Irazusta, 2011; Juránková et al., 2015; Lema et al., 2016; López-Martínez et al., 2013).

Por todo esto, determinar hasta qué punto el alumnado en edad preescolar es capaz de soportar o atrasar la aparición de la fatiga cuando se emplea una prueba de condición física, es tarea complicada, sin

embargo, la resistencia aeróbica es un aspecto que ha demostrado ser evaluable en edades tempranas (Van der Cammen-Van Zijp et al., 2010). Al respecto, se han aconsejado el empleo de pruebas como la *1/2 mile run/walk* de Rikli (1992) que consiste en recorrer 800 metros en el menor tiempo posible, otra de las pruebas propuestas es el mini-Cooper test de Fjørtoft, Pedersen, Sigmundsson & Vereijken (2011), en el que se recoge la distancia recorrida en 6 minutos (Ayán, Cancela, Romero & Alonso, 2015). Pero quizás, la prueba de resistencia aeróbica más asequible en la etapa de Educación Infantil sea el *3 minutes-shuttle run test*, el cual presenta ser un modo eficaz para valorar la capacidad aeróbica como cualidad de la condición física en el alumnado de cuatro y cinco años de edad (Oja & Juerimae, 1997).

Por último, para tener una perspectiva global de las pruebas de capacidad aeróbica utilizadas en las baterías expuestas en el apartado de condición física, en la figura 1 se revelan diferentes test para evaluar el componente cardio-respiratorio en jóvenes según la batería a la que pertenezcan (Castro-Piñero et al., 2009).

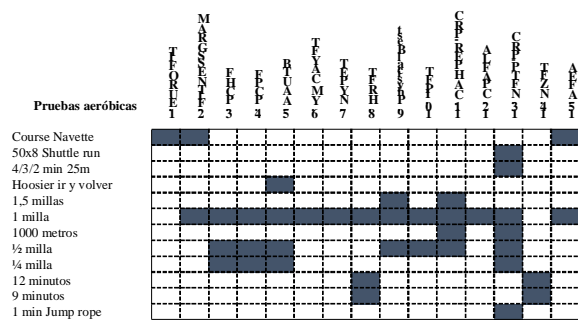


Figura 1. Diferentes pruebas para evaluar la capacidad aeróbica en jóvenes según baterías de condición física (Adaptado de Castro-Piñero et al., 2009).

### 3. Método

#### Objetivo

Se constituye como principal objetivo de estudio realizar una revisión sistemática de artículos que evalúan la capacidad aeróbica de los estudiantes en las diferentes etapas educativas (Educación Infantil, Educación Primaria, Educación Secundaria y Universidad), con la finalidad de identificar qué factores se relacionan con la salud, la condición física y aspectos académicos del alumnado, además de aportar información relevante sobre baterías de pruebas para evaluar la capacidad aeróbica en diferentes edades para futuras investigaciones experimentales.

#### Procedimiento

La búsqueda de bibliografía se realizó durante el mes de abril de 2017 y se utilizaron como principales motores de búsqueda la Web of Science (WOS) y la colección de datos de SCOPUS. Para la selección inicial de artículos se han analizado aquellas referencias que evalúan o determinan la capacidad aeróbica en los estudiantes como variable del mismo, de tal forma hemos utilizado los términos «Physical Fitness», «Aerobic Capacity» y «Students» como palabras clave, además de usar como operadores booleanos «and» y «or». A continuación se efectuó la limitación en el rango temporal de publicación de dichos artículos, siendo este desde 1997 a 2017, acaparando las dos últimas décadas de estudio y obteniendo un total de 293 resultados (153 WOS y 140 SCOPUS).

Una vez fijada la población de estudio, se refinó la búsqueda considerando solamente los artículos publicados en el dominio de investigación «Social Science» y se tuvo como prioridad las áreas investigación de «Sport Sciences» y «Education Educational Research». Para selección la muestra de estudio se establecieron los siguientes criterios: (1) artículos científicos donde se trate la variable capacidad aeróbica como elemento de la condición física de los estudiantes; (2) estudios que empleen diseños metodológicos de corte transversal y longitudinal y (3) investigaciones que muestren resultados estadísticos necesarios para poder analizar la capacidad aeróbica de los estudiantes.



La aplicación de estos criterios de inclusión se realizó mediante una primera lectura de título y resumen de la población de estudios para cumplir el primer criterio. Posteriormente, se ejecutó una lectura sistemática del texto completo de los estudios para poder aplicar el resto de criterios. De tal forma, al aplicar los criterios conceptuales, metodológicos y estadísticos de inclusión se eliminaron un total de 267.

#### Población y muestra

A partir de lo expuesto en el epígrafe del procedimiento, la población de este estudio se corresponde con 293 artículos científicos encontrados en las bases de datos WOS y SCOPUS de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Tras considerar y aplicar los criterios de inclusión, la muestra de esta revisión se corresponde a 26 artículos científicos.

#### 4. Elementos de revisión

##### Evolución de la producción científica

Durante el periodo 1997-2017 se publicaron 293 artículos (WOS y SCOPUS) referentes a la capacidad aeróbica como elemento esencial de la condición física. Sin embargo, los estudios que desarrollan la capacidad aeróbica en estudiantes y se encuentran guiados por una metodología de corte transversal y/o longitudinal descienden a un total de 26 artículos, correspondiéndose con el 8,87% de la totalidad de artículos producidos sobre esta temática. En la figura 2 se compara la producción total de artículos por año de WOS y SCOPUS, con aquellos que forman el cuerpo base de la investigación. La producción de artículos que versan sobre el tratamiento de la capacidad aeróbica como componente esencial de la condición física de los estudiantes es creciente en ambos repositorios, aunque a su vez, hemos de destacar un leve declive de la producción en el 2010 tal y como podemos observar en la figura 2. Además, hemos de destacar que resaltan las cifras obtenidas sobre los artículos que tratan esta capacidad publicados en 2014, siendo este año el que abarca más estudios incluidos en el cuerpo base de la muestra seleccionada (N=6).

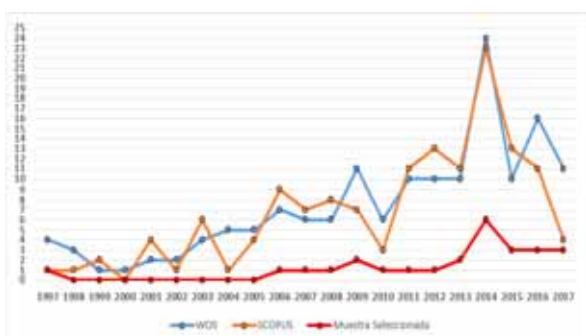


Figura 2. Comparación de la producción de artículos científicos.

##### Datos de los estudios seleccionados para la revisión sistemática

Como ya hemos indicado, la muestra de esta revisión sistemática se compone de 26 artículos en los que han participado un total de 11924 estudiantes. Para extraer los datos, se han considerado un proceso de codificación: (1) autor/es; (2) año de publicación; (3) tipo de estudio metodológico; (4) población de estudio; (5) muestra registrada; (6) ins-

Tabla 2. Síntesis de estudios que constituyen el cuerpo base de la revisión sistemática.

Autor/es	Año	Tipo Estudio	Población	Muestra	Instrumento
Rosa-Guillamón & García-Canto.	2017	Transversal	Estudiantes E.P.	512	Test Course Navette
Varela-Sanz, Tuimil, Abreu & Boullousa.	2017	Longitudinal (8 semanas)	Estudiante Universitarios	35	UMTT
Liu, Shangguan, Keating & Wu.	2017	Longitudinal (13 semanas)	Estudiantes Universitarios	50	PACER
Samokys, Bosenko & Dyschel.	2016	Transversal	Estudiantes Universitarios	150	Cicloergómetro (Software Fitmate Pro)
Ocak.	2016	Transversal	Estudiantes Universitarios	120	Multistage Shuttle Run
Cancela-Carral, Ayán-Pérez & Sanguos-Espiño.	2016	Longitudinal	Estudiantes E.S.	100	European Test of Physical Fitness
Kaj et al.	2015	Transversal	Estudiantes E.S.	961	Multistage Shuttle Run
Rodríguez-Cabrero et al.	2015	Transversal	Estudiantes E.S.	884	Test de Ruffier
Arnís et al.	2015	Transversal	Estudiantes Universitarios	730	Veloergometría (Monark Ergomedik)
Marta et al.	2014	Longitudinal (8 Semanas)	Estudiantes E.P.	125	Multistage Shuttle Run
Paradisís et al.	2014	Transversal	Estudiantes Universitarios	48	Multistage Shuttle Run
Brusseau, Finkelstein, Kulinna & Pangrazi.	2014	Transversal	Estudiantes de E.P. y E.S.	85	PACER
Scudder et al.	2014	Transversal	Estudiantes E.P.	397	PACER
Ayán & Cancela.	2014	Transversal	Estudiantes E.S.	139	Queens College Step Test
Loflin.	2014	Longitudinal (16 semanas)	Estudiantes Universitarios	294	Rockport Fitness Walking Test
Massuca & Prouença.	2013	Transversal	Estudiantes E.S.	621	PACER
López-Martínez et al.	2013	Transversal	Estudiantes Universitarios	275	Cicloergómetro (Software Fitmate Pro)
Santos, Marinho, Costa, Izquierdo & Marques.	2012	Longitudinal (20 semanas)	Estudiantes E.S.	42	Multistage Shuttle Run
Hoyos et al.	2011	Transversal	Estudiantes Universitarios	528	Prueba Åstrand (cicloergómetro)
Wittberg, Cottrell, Davis & Northrup.	2010	Transversal	Estudiantes de E.P. y E.S.	1941	FITNESSGRAM TEST
Mynarski, Rozpara, Czaplá & Garbaciak.	2009	Transversal	Estudiantes Universitarios	258	Prueba Åstrand
Wittberg, Northrup & Cottrel.	2009	Transversal	Estudiantes E.P.	968	FITNESSGRAM TEST
Dumith, Azevedo Júnior & Rombaldi.	2008	Transversal	Estudiantes de E.P. y E.S.	665	PACER
Castelli, Hillman, Buck & Erwin.	2007	Transversal	Estudiantes E.P.	582	PACER
Fahlman, Hall & Lock.	2006	Transversal	Estudiantes E.P.	1314	FITNESSGRAM TEST
George, Stone & Burkett.	1997	Transversal	Estudiantes Universitarios	100	Protocolo de BRUCE

\* Educación Primaria (E.P.), \*\* Educación Secundaria (E.S.)

trumento de recogida de la información. En la tabla 2 podemos encontrar los datos relativos a la síntesis de estudios que constituyen el cuerpo base de la revisión bibliográfica.

Se han encontrado estudios científicos que han sido desarrollados en las etapas de Educación Primaria, Educación Secundaria y en estudios Universitarios, siendo Educación Infantil, la única etapa en la que no se han realizado estudios científicos. A continuación, en la tabla 3 se muestra el porcentaje de investigaciones desarrolladas según la etapa educativa del total de 26 artículos que tratan la capacidad aeróbica en el alumnado.

Tabla 3. Producción científica según etapa educativa.

Etapa Educativa	Nº de estudios	Porcentaje
Educación Infantil	N=0	0%
Educación Primaria	N=6	23,1%
Educación Secundaria	N=6	23,1%
Educación Primaria y Secundaria	N=3	11,5%
Universidad	N=11	42,3%
Total	N=26	100%

Tabla 4. Lugares donde se desarrollan los estudios del cuerpo base de investigación.

País	Nº de estudios	Porcentaje
España	N=8	30,76%
Portugal	N=2	7,76%
Ucrania	N=1	3,84%
Turquía	N=1	3,84%
Polonia	N=1	3,84%
China	N=1	3,84%
Estados Unidos	N=8	30,76%
Grecia	N=1	3,84%
Hungría	N=1	3,84%
Letonia	N=1	3,84%
Brasil	N=1	3,84%
Total	26	100%

La etapa educativa en la que más se trata y analiza la capacidad aeróbica como elemento de la condición física es en la Etapa Universitaria (42,3%), siendo la Etapa de Educación Infantil, la única etapa en la que no se desarrolla ningún tipo de estudio de estas características. Además, es interesante resaltar que encontramos investigaciones que trabajan tanto la Etapa de Educación Primaria como la de Secundaria, abarcando el 11,5% de los estudios seleccionados.

Es de vital importancia destacar donde se han llevado a cabo los estudios sobre la evaluación de la capacidad aeróbica. Por ello, la tabla 4 muestra aquellos países donde se han realizados las investigaciones que tratan esta capacidad de la condición física del alumnado. Entre once países se encuentran las 26 investigaciones que conforman la muestra de este estudio de revisión sistemática. Los países donde mayor es el número de estudios relativos a la capacidad aeróbica en estudiantes es en España (N=8) y Estados Unidos (N=8), a los cuales se les asocia el 30,76% de estudios albergados. También en países como Portugal, Ucrania, Turquía, Polonia, China, Grecia, Hungría, Letonia y Brasil se ha desarrollado al menos una investigación sobre la capacidad aeróbica en estudiantes.

#### 4. Estado de la cuestión

##### *Capacidad aeróbica según los aspectos antropométricos del alumnado*

La capacidad aeróbica es un factor clave frente a los problemas cardiovasculares, ya que entendemos que los estudiantes con índices de sobrepeso, son significativamente menos activos que sus iguales con normopeso durante su jornada escolar (He et al., 2011; Martínez-Baena, Mayorga-Vega & Viciano, 2018). El estudio de Rosa-Guillamón & García-Canto (2017), realizado en 512 escolares con edades comprendidas entre los ocho y 11 años ( $9,43 \pm 1,31$ ), expone que los valores obtenidos en las pruebas de capacidad aeróbica son indicadores de riesgo cardiovascular en el futuro. En este sentido, el alumnado que obtiene peor rendimiento en las pruebas que requieren el desplazamiento de la masa corporal como la de la condición física, tiene una relación directa con posibilidades de padecer problemas de sobrepeso u obesidad (Ara et al., 2010; Castelli, Hillman, Buck & Erwin, 2007; Muros et al., 2015).

Existen asociaciones entre el porcentaje de masa magra de los estudiantes de secundaria, con una capacidad aeróbica baja, consecuentemente este alumnado tiene una mayor susceptibilidad de riesgo para la salud (Fahlman, Hall & Lock, 2006; Massuca & Proença, 2013; Ruiz-Vicente et al., 2015). En este sentido, Arriscado, Muros, Zabala & Dalmau (2014) nos dicen que los escolares que presentan índices de normopeso lograron mejores rendimientos en potencia aeróbica máxima. Las relaciones entre las variables antropométricas y aspectos como la tensión arterial se atenuaban en los alumnos con valores saludables de VO<sub>2</sub>max, lo que podría ser indicador de un efecto protector de la capacidad aeróbica (Hoyos et al., 2011). Los 312 estudiantes universitarios del estudio realizado por Loflin (2014), que tienen un peso categorizado como normal, tuvieron un VO<sub>2</sub>max estimado significativamente mayor que su respectivo riesgo de padecer sobrepeso y riesgo de obesidad durante los grupos antes y después del ensayo realizado, además se ha de comentar que no se observaron cambios significativos en los niveles de índice de masa de los participantes.

##### *Capacidad aeróbica según el niveles de actividad física de los estudiantes*

El nivel de actividad física que presentan los estudiantes en la actualidad, va a ser un condicionante para la capacidad aeróbica, cualidad indicativa de parámetros saludables (Amador, Montero, Beltrán-Canillo, González-Cutre & Cervelló, 2017; Borrego-Balsalobre, López-Sánchez & Díaz-Suárez, 2015; Dumith, Azevedo-Júnior & Rombaldi, 2008; Meneses-Montero & Ruiz-Juan, 2017). Se observó que se había realizado un programa de capacitación física durante ocho semanas en 125 niños con  $10,8 \pm 0,4$  años de edad, en estado saludables y de la etapa de Educación Primaria. El programa de entrenamiento para los dos grupos experimentales se llevó a cabo dos veces por semana durante dos meses. En comparación con los valores antes de la intervención, la resistencia demostró mejoras significativas de VO<sub>2</sub>max para el alumnado en general, aunque en estas edades aún no se observaron cambios significativos relacionados con el sexo según el entrenamiento aeróbico (Marta et al., 2014). En esta misma línea Brusseau, Finkelstein, Kulinna & Pangrazi (2014), indican que los niños y las niñas obtuvieron puntuaciones estadísticamente similares para la aptitud aeróbica, lo mismo afirman algunos estudios para poblaciones de estudiantes de secundaria (Ayán & Cancela, 2014; Massuca & Proença, 2013; Samokysh, Bosenko & Dyschel, 2016).

En el estudio longitudinal (16 semanas) de Loflin (2014), los 133 estudiantes universitarios de género masculinos tuvieron un VO<sub>2</sub>max estimado significativamente mayor que las mujeres durante el pre y el post-test. Santos, Marinho, Costa, Izquierdo & Marques (2012), trataron de comparar los efectos de un programa de entrenamiento de 8 semanas para la capacidad de resistencia en 42 niños sanos de edad  $13,3 \pm 1,04$  años, cuyo tratamiento no fue el indicado, ya que concluyen diciendo que el programa de entrenamiento de la resistencia no fue eficaz para un aumento en la aptitud aeróbica para los jóvenes escolares. Al

igual, en el programa de 8 semanas que utilizó Varela-Sanz, Tuimil, Abreu & Boulosa (2017), los estudiantes universitarios ofrecieron resultados similares en el grupo experimental y el grupo control para las pruebas de capacidad aeróbica tras la intervención.

Al hilo de lo comentado, es importante informar que la práctica de actividad física en los jóvenes es cada vez más escasa, además se decantan por actividades sedentarias, es así como se ha demostrado que cuanto más bajos son los niveles de actividad física peores valores en rendimiento aeróbico se obtienen para las pruebas de la condición física (Arriscado et al., 2014; Mynarski, Rozpara, Czaplá & Garbaciak, 2009; Zurita-Ortega, Padial-Ruz, Viciano-Garofano, Martínez-Martínez, Hinojo-Lucena & Cepero-González, 2016). En un estudio realizado en 621 estudiantes de enseñanza secundaria, siendo 329 mujeres (edad de  $15,8 \pm 0,9$  años) y 292 del total género masculino (edad de  $15,8 \pm 0,9$  años) se observó que poco más de la mitad de la muestra (54,3%) se situaba en una zona estable en consideración de la capacidad aeróbica, apreciando además que el 61,1% de los jóvenes y el 28,4% de los varones revelan un VO<sub>2</sub>max de riesgo para la salud (Massuca & Proença, 2013). Añadir que el estudio de Kaj et al. (2015) realizado en 961 estudiantes de secundaria elegidos al azar, dice que los resultados indicaron que la potencia aeróbica máxima fue consideradamente mayor en niños, a su vez, estos mostraron valores significativamente más altos de VO<sub>2</sub> en todas las edades en comparación con las alumnas adolescentes. Lo mismo podemos observar en el estudio de Rodríguez-Cabrero et al., (2015), que además, presenta unas correlaciones positivas indicando que los sujetos que obtienen un mayor índice de actividad física, obtienen una menor puntuación en los índices arrojados por el test aeróbico Ruffier, lo que significa un mejor resultado en esta prueba.

También encontramos que la capacidad aeróbica se determinó para 730 estudiantes universitarios aplicando la prueba de veloergometría de la Organización Mundial de la Salud y de acuerdo con los resultados de esta, los indicadores de capacidad aeróbica fueron pobres en la mayoría de los estudiantes (Amis, Vinberga, Upeniece, Šmite, Hoferte & Gauruēa, 2015). En cambio, el modelo de regresión propuesto en el estudio de Paradisis et al. (2014) para la predicción de VO<sub>2</sub> max, según los indicadores, es apropiado y ajustado. Además, se discuten que los intervalos de entrenamiento a altas intensidades permiten que el alumnado universitario mantenga el VO<sub>2</sub>max durante periodos prolongados de tiempo, lo cual conduce a la mejora de la capacidad aeróbica (Liu, Shangguan, Keating & Wu, 2017).

En las escuelas perdemos observar como los niños manifiestan mayores niveles de moderada y vigorosa actividad física que las niñas, aun así, no acumulan suficiente práctica de actividades físico-deportivas como para obtener beneficios para la salud (He et al., 2011). Los estudios nos muestran una moderada relación entre los niveles de práctica física y la capacidad aeróbica, siendo contractado con otros estudios metodológicamente objetivos, donde la capacidad aeróbica correlaciona con la actividad física vigorosa y es, mediante cuestionarios, como se observa que el alumnado físicamente activos obtenían mayores valores de VO<sub>2</sub>max que los estudiantes inactivos (Arriscado et al., 2014; He et al., 2011). En este sentido el estudio de López-Martínez et al. (2013) realizado en 275 estudiantes universitarios con edades comprendidas entre los 18 y 30 años, ofrecía que el VO<sub>2</sub>max era significativamente menor para los individuos que no realizaron al menos 20 minutos o más por semana de actividad física vigorosa, sin embargo, aquellos que realizaron unos 250 minutos de actividad física moderada por semana no mostraron diferencias significativas en VO<sub>2</sub>max, por ello podemos asociar que practicar unos 20 minutos por semana de actividad física-deportiva vigorosa ofrece un menor riesgo cardiometabólico en los adultos jóvenes. Es así como de un total de 528 estudiantes, los que practicaban actividades físicas afiliadas tenían una mayor capacidad aeróbica (absoluta y relativa) que los estudiantes sedentarios (Hoyos et al., 2011).

La capacidad aeróbica de 120 estudiantes, al pasar unas pruebas físicas de acceso a las escuelas de educación física y deporte, están a la altura de los parámetros que se encuentra en deportistas (Ocak, 2016). Por otro lado, Padilla-Moledo et al. (2012) observan, en una muestra de

niños y adolescentes que cuando se aumenta la capacidad cardiorrespiratoria, disminuye el porcentaje de grasa corporal y mejoran las valoraciones que hacen de su calidad de vida, estando más satisfechos con ella y mostrando percepciones de salud más positivas.

#### *¿La capacidad aeróbica influye en algún aspecto académico?*

Los resultados del estudio de Cancela-Carral, Ayán-Pérez & Sanguos-Espiño (2016) son de interés desde un punto de vista curricular, dado que la existencia de un vínculo positivo entre el estado de forma física y a la competencia académica. En su estudio de tres años de duración recogiendo datos en un mismo grupo de alumnos ( $N = 100$ ; edad media =  $16.05 \pm 0.35$  años), los resultados sugieren que la relación entre la capacidad aeróbica como cualidad de la condición física y el rendimiento académico, parece estar influenciada por el género y por el tipo de habilidad cognitiva implicada en las asignaturas de estudio. Buck, Hillman & Castelli (2008), observaron en una muestra preadolescente, que la capacidad aeróbica estaba directamente relacionada con el rendimiento académico, concretamente en matemáticas y lectura (Castelli et al., 2007; Wittberg, Northrup & Cottrel, 2009). En referencia a la existencia de relaciones entre recomendaciones de actividad física y rendimiento académico, los resultados señalan que existen relaciones positivas entre los aspectos académicos y la práctica diaria de treinta minutos de actividad física (González-Hernández & Portolés-Ariño, 2016)

Los estudios han demostrado recientemente que un aumento del  $VO_2\text{máx}$  después de una intervención controlada aleatorizada de actividad física, se asocia con una mejora de la precisión de la memoria de trabajo, siendo importante destacar que el efecto sólo existía para las condiciones que planteaban mayores demandas a la memoria de trabajo (Kamijo et al., 2011; Scudder et al., 2014). Aunque el acto de evitar el fracaso se asoció con el  $VO_2\text{max}$  en las niñas, las estimaciones de la capacidad aeróbica ofrecieron valores medios en comparación con el resto de las variables estudiadas (Kaj et al., 2015). En esta misma línea, 134 escolares de secundaria con edades de  $15,40 \pm 1,52$  años, fueron evaluados en cuanto a aptitud cardiorrespiratoria y aspectos psicoeducativos como la concentración mental o la atención selectiva, mostrando en los varones una asociación significativa entre aptitud aeróbica y pruebas de atención y memoria ( $p = .0009$ ) (Ayán & Cancela, 2014). Este preliminar sugiere que la aptitud cardiorrespiratoria puede influir positivamente en la función cognitiva de los estudiantes, por lo tanto, aumentar la cantidad total de tiempo dedicado a la educación física en el currículo escolar podría ser una estrategia interesante para mejorar el rendimiento académico (Wittberg, Cottrell, Davis & Northrup, 2010).

## 5. Conclusiones

La revisión sistemática realizada pone de manifiesto que el número de artículos que afrontan el análisis o tratamiento de la capacidad aeróbica como cualidad esencial de la condición física y principal indicador de salud en los estudiantes, son escasos en comparación con la producción total referente al tema de estudio, la cual se centra en poblaciones deportistas. Se han registrado tan solo 26 investigaciones en estudiantes, lo cual representa una media de poco más de un artículo por año en las dos últimas décadas. A la luz de estos datos, se considera necesaria la realización de un mayor número de estudios científicos que tenga entre sus objetivos la evaluación de la capacidad aeróbica en estudiantes y/o la intervención con programas físico saludable con la intención de mejora de la condición física en general y la aptitud aeróbica en particular.

En relación con los países donde se han desarrollado estas investigaciones de interés científico, decir que se han registrado 11 países en los que se han llevado a cabo algún tipo de estudio de capacidad aeróbica en estudiantes, destacando la labor de Estados Unidos y España. En este mismo sentido, sería interesante diseñar investigaciones para promover el tratamiento de la capacidad aeróbica en un mayor número de países con la intención y finalidad de comparar otros aspectos socio-demográficos y culturales.

La etapa educativa donde se desarrollan más investigaciones sobre capacidad aeróbica es en la etapa Universitaria. En consonancia, se ha observado que en la etapa de Educación Primaria y Secundaria son diversos los estudios que evalúan esta capacidad, existiendo alguno de ellos que tratan ambas etapas de forma conjunta. Siguiendo los criterios de búsqueda, en la etapa de Educación Infantil no se ha registrado ninguna publicación, pero si tenemos en cuenta la bibliografía complementaria, encontramos que los aspectos aeróbicos son tratados en edades tempranas por diversos autores, aunque el registro es inferior en contraste con el resto de las etapas educativas. Por lo tanto, animamos y concluimos que sería positivo prestar atención a las etapas de Educación Infantil y Primaria con el interés de incidir y afianzar hábitos de condición física desde edades tempranas, como base de unos estilos de vida saludables.

Por otro lado, a la vista de los resultados obtenidos, podemos afirmar que es mayor el número de estudios que tratan los datos de las poblaciones estudiantiles de forma transversal, que aquellos que utilizan un programa y realizan mediciones a lo largo del tiempo. Como profesionales del ámbito científico-educativo, debemos animar al fomento de creación de programas de intervención que sirvan como herramienta físico-saludable y ayuden a establecer esa base saludable de sustentación tan importante para nuestro alumnado.

Si prestamos atención a la fundamentación teórica se llega a la conclusión de que la capacidad aeróbica del alumnado se encuentra relacionada de forma considerable con los índices de masa corporal, ya que a índices de normopeso mejor capacidad aeróbica y a porcentajes grasos mayores, empeora la capacidad aeróbica. Es importante informar de que la práctica de actividad física en los jóvenes es cada vez más escasa, siendo este un factor clave para el alumnado, ya que a mayores hábitos de práctica de ejercicio físico semanal, mejores serán los niveles de capacidad aeróbica, siendo estos valores ligeramente superiores en los escolares varones. Por todo esto, decir que la mejora de la capacidad aeróbica como uno de los principales indicadores de salud relacionada con la condición física, podría ejercer un papel protector frente a distintas enfermedades futuras. Además, se ha demostrado que los altos parámetros de capacidad aeróbica correlacionan positivamente con aspectos del rendimiento académico y mental.

La principal limitación para este estudio ha sido el tamaño muestral en cuanto a número de publicaciones científicas, aun así, podemos afirmar que la calidad de los estudios seleccionados está garantizada debido al proceso de revisión al que han sido sometidos para su publicación, pues se trata de revistas de alto impacto. Dicho esto, se acomete como perspectiva futura general desarrollar estudios en las diferentes etapas educativas con el mayor carácter experimental posible, que nos permitan diagnosticar profundamente sobre el tema de estudio y que conlleve a establecer una herramienta físico-saludable en nuestro alumnado que perdure hasta la vida adulta.

## 6. Referencias

- Abbott, G., Hnatiuk, J., Timperio, A., Salmon, J., Best, K., & Hesketh, K. (2016). Cross-sectional and longitudinal associations between parents' and preschoolers' physical activity and television viewing: The HAPPY Study. *Journal of Physical Activity and Health*, 13(3), 269-274.
- Amador, B., Montero, C., Beltrán-Carrillo, V. J., González-Cutre, D., & Cervelló, E. (2017). Ejercicio físico agudo, agotamiento, calidad del sueño, bienestar psicológico e intención de práctica de actividad física. *Revista iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte*, 12(1), 121-127.
- Ara, I., Sánchez-Villegas, A., Vicente-Rodríguez, G., Moreno, L., Leiva, M., Martínez-González, M., & Casajus, J. (2010). Physical fitness and obesity are associated in a dose-dependent manner in children. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 57(3-4), 251-259.
- Arias, J.L. & Navarro, M. A. (2010). Review about physical exercise and asthma in children. Implications to physical education teacher. *Journal Sport Health Research*, 2(3), 201-218.
- Amis, V., Vinberga, I., Upeniece, I., Ēmite, D., Hoferte, M., & Gauruēa, A. (2015). Aerobic Capacity of Health Care Students at Riga Stradiņš University. *Proceedings of the International Scientific Conference*, 3, 457-464.
- Arriscado, D., Muros, J., Zabala, M., & Dalmau, J. M. (2014). Relación entre



- condición física y composición corporal en escolares de primaria del norte de España (Logroño). *Nutrición Hospitalaria*, 30(2), 385-394.
- Ayán, C., & Cancela, J. (2014). Relationship between cardiorespiratory fitness and cognitive function in a group of Spanish high school students. *Proceedings*, 6, 6903-6907.
- Ayán, C., Cancela, J., Romero, S., & Alonso, S. (2015). Reliability of two field-based tests for measuring cardiorespiratory fitness in preschool children. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(10), 2874-2880.
- Beltrán-Carrillo, V. J., Sierra, A. C., Jiménez-Loaisa, A., González-Cutre, D., Martínez-Galindo, C., & Cervelló, E. (2017). Diferencias según género en el tiempo empleado por adolescentes en actividad sedentaria y actividad física en diferentes segmentos horarios del día. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 31, 3-7.
- Benítez-Sillero, J. D., Da Silva-Grigoletto, M. E., Muñoz Herrera, E., Morente-Montero, A., & Guillén-del Castillo, M. (2015). Capacidades físicas en jugadores de fútbol formativo de un club profesional. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física del Deporte*, 15(58), 289-307. DOI: 10.15366/rimcafd2015.58.006
- Borrego-Balsalobre, F., López-Sánchez, G., & Díaz-Suárez, A. (2015). Effects of a vigorous physical activity program in the endurance of primary school children. *International Journal of Physical Activity Game Sport*, 8, 31-46.
- Brusseu, T., Finkelstein, T., Kulinna, P., & Pangrazi, C. (2014). Health-related fitness of American Indian youth. *Research quarterly for exercise and sport*, 85(2), 257-261. <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.2014.893050>
- Buck, S., Hillman, C., & Castell, D. (2008). The relation of aerobic fitness to strop task performance in preadolescent children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40, 166-172.
- Bürgi, F., Meyer, U., Granacher, U., Schindler, C., Marques, P., Kriemler, S., & Puder, J. (2011). Relationship of physical activity with motor skills, aerobic fitness and body fat in preschool children: a cross-sectional and longitudinal study (Ballabeina). *International Journal of Obesity*, 35(7), 937-944.
- Cancela-Carral, J., Ayán-Pérez, C., & Sanguos-Espino, M. (2016). The relationship between physical fitness and academic performance in Spanish secondary education students: A longitudinal study. *Cultura Ciencia Deporte*, 11(31), 7-16. Doi: 10.12800/ccd
- Castelli, D., Hillman, C., Buck, S., & Erwin, H. (2007). Physical fitness and academic achievement in third-and fifth-grade students. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(2), 239-252. DOI: <http://dx.doi.org/10.1123/jsep.29.2.239>
- Castillo, I., Balaguer, I., & García-Merita, M. (2007). Efecto de la práctica de actividad física y de la participación deportiva sobre el estilo de vida saludable en la adolescencia en función del género. *Revista de psicología del deporte*, 16(2), 201-210.
- Castillo-Garzón, M., Ruiz, J., Ortega, F., & Gutiérrez-Sainz, A. (2007). A Mediterranean diet is not enough for health: physical fitness is an important additional contributor to health for the adults of tomorrow. *More on Mediterranean Diets*, 97, 114-138.
- Castro-Piñero, J., Artero, E., España-Romero, V., Ortega, F., Sjörström, M., Suni, J., & Ruiz, J. (2009). Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 44(13), 934-943.
- Castro-Sánchez, M., Zurita-Ortega, F., Chacón-Cuberos, R., Martínez-Martínez, A., Espejo-Garcés, T., & Álvaro-González, J. (2015). Sustancias nocivas y clima motivacional en relación con la práctica de actividad física. *Health and Addictions*, 15(2), 115-126.
- Castro-Sánchez, M., Zurita-Ortega, F., Chacón-Cuberos, R., Espejo-Garcés, T., Martínez-Martínez, A., & Pérez-Cortés, A. J. (2017). Harmful substances and physical activity in adolescents. *Sportis: Revista Técnico-Científica del Deporte Escolar, Educación Física y Psicomotricidad*, 2, 223-240.
- Cerkez, I., Culjak, Z., Zenic, N., Sekulic, D., & Kondric, M. (2015). Harmful Alcohol Drinking Among Adolescents: The Influence of Sport Participation, Religiosity, and Parental Factors. *Journal of Child y Adolescent Substance Abuse*, 24(2), 94-101.
- Chacón-Cuberos, R., Arufe-Giráldez, V., Espejo-Garcés, T., Cachón-Zagalaz, J., Zurita-Ortega, F., & Castro-García, D. (2017). Práctica físico-deportiva, actividades de ocio y concepción sobre la Educación Física en escolares de A Coruña. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 32, 163-166.
- Chacón-Cuberos, R., Zurita-Ortega, F., Castro-Sánchez, M., Espejo-Garcés, T., Martínez-Martínez, A., & Linares, M. (2016). Estudio sobre la aplicabilidad de exergames para la mejora de los índices de obesidad y la imagen corporal en escolares. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 11(1), 97-105.
- Coe, D., Peterson, T., Blair, C., Schutten, M., & Peddie, H. (2013). Physical fitness, academic achievement, and socioeconomic status in school aged youth. *Journal of School Health*, 83, 500-507.
- Dumith, S., Azevedo-Júnior, M., & Rombaldi, A. (2008). Health-related physical fitness in students from elementary schools of Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 14(5), 454-459.
- Espejo-Garcés, T., Cabrera-Fernández, Á., Castro-Sánchez, M., López-Fernández, J. F., Zurita-Ortega, F., & Chacón-Cuberos, R. (2015). Modificaciones de la obesidad a través de la implementación de herramientas físico-posturales en escolares. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 28, 78-83.
- Esteves, D., Vieira, S., Brás, R., O'Hara, K., & Pinheiro, P. (2017). Nível de atividade física e hábitos de vida saudável de universitários portugueses. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 12(2), 261-270.
- Fahlman, M., Hall, H., & Lock, R. (2006). Ethnic and socioeconomic comparisons of fitness, activity levels, and barriers to exercise in high school females. *Journal of School Health*, 76(1), 12-17. DOI: 10.1111/j.1746-1561.2006.00061.x
- Fjørtoft, I., Pedersen, A., Sigmundsson, H., & Vereijken, B. (2011). Measuring physical fitness in children who are 5 to 12 years old with a test battery that is functional and easy to administer. *Physical Therapy*, 91(7), 1087-1095.
- Garzón, P., Fernández, M., Sánchez, P., & Gross, M. (2002). Actividad físico-deportiva en escolares adolescentes. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 3, 5-12.
- George, J., Stone, W., & Burkett, L. (1997). Non-exercise VO2max estimation for physically active college students. *Medicine and science in sports and exercise*, 29(3), 415-423.
- González-González de Mesa, C., Cuervo-Tuero, C., Cachón-Zagalaz, J., & Zagalaz-Sánchez, M. (2016). Relación entre variables demográficas, la práctica de ejercicio físico y la percepción de la imagen corporal en estudiantes del grado de magisterio. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 29, 90-94.
- González-Hernández, J., & Portolés-Ariño, A. (2016). Recomendaciones de actividad física y su relación con el rendimiento académico en adolescentes de la Región de Murcia. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 29, 100-104.
- González-Valero, G., Zurita-Ortega, F., Puertas-Molero, P., Chacón-Cuberos, R., Espejo-Garcés, T., & Castro-Sánchez, M. (2017). Educación para la salud: implementación del programa «Sportfruits» en escolares de Granada. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 6(2), 137-146.
- Grzywacz, J., Suerken, C., Zapata, M., Trejo, G., Arcury, T., Ip, E., & Quandt, S. (2014). Physical activity of preschool-aged Latino children in farmworker families. *American Journal of Health Behavior*, 38(5), 717-725.
- Hardman, K., & Marshall, J. (2005). *Physical education in schools in European context: Charter principles, promises and implementation realities*. London: SAGE Publications Ltd. Doi: <http://dx.doi.org/10.4135/9781446215876.n3>
- He, Q., Wong, T., Du, L., Jiang, Z., Yu, T., Qiu, H., & Wu, J. (2011). Physical activity, cardiorespiratory fitness, and obesity among Chinese children. *Preventive medicine*, 52(2), 109-113.
- Hoyos, I., Irazusta, A., Gravina, L., Gil, S., Gil, J., & Irazusta, J. (2011). Reduced cardiovascular risk is associated with aerobic fitness in university students. *European Journal of Sport Science*, 11(2), 87-94. Doi: <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2010.487116>
- Hüter-Becker, A., Schewe, H., & Heipertz, W. (2006). *Fisiología y teoría del entrenamiento*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Juránková, M., Bily, J., & Hrazdíra, E. (2015). Effects of high-intensity strength interval training program on body composition. *Journal of Human Sport and Exercise*, 10(1), 314-319.
- Kaj, M., Saint-Maurice, P., Karsai, I., Vass, Z., Csányi, T., Boronyai, Z., & Révész, L. (2015). Associations between attitudes toward physical education and aerobic capacity in Hungarian high school students. *Research quarterly for exercise and sport*, 86(1), 74-81. Doi: <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.2015.1043229>
- Kamijo, K., Pontifex, M., O'Leary, K., Scudder, M., Wu, C., Castelli, D., & Hillman, C. (2011). The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. *Developmental science*, 14(5), 1046-1058. Doi: 10.1111/j.1467-7687.2011.01054.x.
- Kondriè, M., Trajkovski, B., Strbad, M., Foretiae, N., & Zeniae, N. (2013). Anthropometric influence on physical fitness among preschool children: gender-specific linear and curvilinear regression models. *Collegium Antropologicum*, 37(4), 1245-1252.
- Latorre, P., Mora, D., Fernández, M., Salas, J., Moriana, F. García, F. (2015). Fiabilidad test-retest de una batería de evaluación de la condición físico-motora en niños de 3 a 6 años. *Nutrición Hospitalaria*, 32(4), 1683-1688.
- Lema, L., Mantilla, S. C., & Arango, C. M. (2016). Asociación entre condición física y adiposidad en escolares de montería, Colombia. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 16(62), 277-296. <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2016.62.007>
- Liu, J., Shangguan, R., Keating, X. y Wu, Y. (2017). A conceptual physical education course and college freshmen's health-related fitness. *Health Education*, 117(1), 53-68. Doi: <http://dx.doi.org/10.1108/HE-01-2016-0002>
- Loflin, J. (2014). Aerobic Capacities of Early College High School

- Students. *Community College Journal of Research and Practice*, 38(11), 1008-1016. Doi: [org/10.1080/10668926.2012.726940](https://doi.org/10.1080/10668926.2012.726940)
- López-Martínez, S., Sánchez-López, M., Solera-Martínez, M., Arias-Palencia, N., Fuentes-Chacón, R., & Martínez-Vizcaíno, V. (2013). Physical activity, fitness, and metabolic syndrome in young adults. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 23(4), 312-321. Doi: <http://dx.doi.org/10.1123/ijsnem.23.4.312>
- López-Munera, R. C., Santos, M. A., Navarro-Martínez, A. V., Arévalo-Arévalo, J. M., García-Pinillos, F., & Latorre-Román, P. Á. (2016). Nivel de actividad física de personas adultas de la provincia de Jaén: influencia de las características sociodemográficas. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 29, 13-16.
- Louise-Kyle, T., Hernández-Mendo, A., Reigal-Garrido, R. E., & Morales-Sánchez, V. (2016). Efectos de la actividad física en el autoconcepto y la autoeficacia en preadolescentes. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 29, 61-65.
- Marta, C., Marinho, D., Casanova, N., Fonseca, T., Vila-Chã, C., Jorge, B., & Marques, M. (2014). Gender's Effect on a School-Based Intervention in The Prepubertal Growth Spurt. *Journal of human kinetics*, 43(1), 159-167. Doi: <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0101>
- Martínez-Baena, A., Mayorga-Vega, D., & Viciano, J. (2018). Factores predictores de la actividad física en escolares españoles de acuerdo a su estado de peso. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 33(33), 74-80.
- Massuca, L., & Proença, J. (2013). The risk fat mass class affects aerobic capacity of young adolescents. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 19(6), 399-403.
- Mendoza-Berjano, R., Sagrera-Pérez, M., & Batista-Foguet, J. (1994). *Conductas de los escolares españoles relacionadas con la salud*. Madrid: Editorial CSIC-CCSIC Press.
- Menéndez-Santurio, J. I., & Fernández-Río, J. (2015). Hábitos de alimentación y actividad física de Menores Extranjeros No acompañados (MENAs): un estudio de caso. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 28, 33-39.
- Meneses-Montero, M., & Ruiz-Juan, F. (2017). Estudio longitudinal de los comportamientos y el nivel de actividad físico-deportiva en el tiempo libre en estudiantes de Costa Rica, México y España. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 31, 219-226.
- Molnár, D., & Livingstone, B. (2000). Physical activity in relation to overweight and obesity in children and adolescents. *European journal of pediatrics*, 159(13), 45-55.
- Muros, J., Zabala, M., Oliveras-López, M., Bouzas, P., Knox, E., Rufián-Henares, J., & de la Serrana, H. (2015). Effect of physical activity, nutritional education, and consumption of extra virgin olive oil on lipid, physiological, and anthropometric profiles in a pediatric population. *Journal of Physical Activity and Health*, 12(9), 1245-1252.
- Mynarski, W., Rozpara, M., Czaplak, K., & Garbaciak, W. (2009). Aerobic capacity of students with different levels of physical activity as assessed by IPAQ. *Journal of Human Kinetics*, 21, 89-96. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10078-09-0011-8>
- Ocak, Y. (2016). The Four-Year an Investigation of Physical and Physiological Features of Students in a Physical Education and Sports Department. *Eurasian Journal of Educational Research*, 65, 217-238.
- Oja, L., & Juerimae, T. (1997). Assessment of motor ability of 4 and 5 year old children. *American Journal of Human Biology*, 9(5), 659-664.
- Ortega, F., Cadenas, C., Sánchez, G., Mora, J., Martínez, B., Artero, E., & Ruiz, J. (2015). Systematic review and proposal of a field-based physical fitness-test battery in preschool children: the PREFIT battery. *Sports Medicine*, 45(4), 533-555.
- Padilla-Moledo, C., Castro-Piñero, J., Ortega, F., Mora, J., Márquez, S., Sjöström, M., & Ruiz, J. (2012). Positive health, cardiorespiratory fitness and fatness in children and adolescents. *European Journal of Public Health*, 22(1), 52-56.
- Paradisis, G., Zacharogiannis, E., Mandila, D., Smirtiotou, A., Argeitaki, P., & Cooke, C. (2014). Multi-stage 20-m shuttle run fitness test, maximal oxygen uptake and velocity at maximal oxygen uptake. *Journal of human kinetics*, 41(1), 81-87. Doi: <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0035>
- Pérez, C. (2013). Fitness Evaluation in the Context of Early Childhood Education: Practical Applications. *Apunts: Educación Física e Sport*, 112, 52-62.
- Pieron, M. (2004). Estilo de vida, práctica de actividades físicas y deportivas, calidad de vida. *Fitness & Performance Journal*, 3(1), 10-17.
- Pinel-Martínez, C., Chacón-Cuberos, R., Castro-Sánchez, M., Espejo-Garcés, T., Zurita-Ortega, F., & Pérez-Cortés, A. (2017). Diferencias de género en relación con el Índice de Masa Corporal, calidad de la dieta y actividades sedentarias en niños de 10 a 12 años. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 31, 176-180.
- Rikli, R. E. (1992). The reliability of distance run tests for children in grades K-4. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63(3), 270-276.
- Rodríguez-Cabrero, M., García-Aparicio, A., García-Pastor, T., Salinero, J., Pérez-González, B., Sánchez-Fernández, J., & Ibáñez-Moreno, R. (2015). Physical activity and leisure habits and relation with ruffier index in adolescents. *Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y del deporte*, 15(57), 165-180.
- Rosa-Guillamón, A., & García-Canto, E. (2017). Relationship between muscle strength and other parameters of fitness in primary school children. *Revista euroamericana de ciencias del deporte*, 6(1), 107-115.
- Ruiz, J., Castro-Piñero, J., España-Romero, V., Artero, E. G., Ortega, F., Cuenca, M., & Gutiérrez, Á. (2010). Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *British journal of sports medicine*, 1, 1-7. Doi: [10.1136/bjsm.2010.075341](https://doi.org/10.1136/bjsm.2010.075341)
- Ruiz, J., España-Romero, V., Castro-Piñero, J., Artero, E., Ortega, F., Cuenca-García, M., & Gutiérrez, A. (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-Vicente, D., Salinero, J. J., González-Millán, C., Lledó-Soriano, M., García-Pastor, T., Theirs, C. I., ... & Guitián, A. (2015). Descripción de la práctica de actividad física, habilidades motrices básicas y composición corporal en niños y jóvenes de espectro autista. Diferencias por sexo. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 28(2), 61-65.
- Samokys, I., Bosenko, A., & Dyszel, H. (2016). Optimization of teaching physical education at higher educational institutions on the basis of students' functional capacity monitoring. *Science and education*, 8, 151-157.
- Santos, A., Marinho, D., Costa, A., Izquierdo, M., & Marques, M. (2012). The effects of concurrent resistance and endurance training follow a detraining period in elementary school students. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(6), 1708-1716. Doi: [10.1519/JSC.0b013e318234e872](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318234e872)
- Scudder, M., Lambourne, K., Drollette, E., Herrmann, S., Washburn, R., Donnelly, J., & Hillman, C. (2014). Aerobic capacity and cognitive control in elementary school-age children. *Medicine and science in sports and exercise*, 46(5), 1025. Doi: [10.1249/MSS.0000000000000199](https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000199)
- Secchi, J., García, G., & Arcuri, C. (2016). ¿Evaluar la condición física en la escuela?: Conceptos y discusiones planteadas en el ámbito de la educación física y la ciencia. *Enfoques*, 28(1), 67-92.
- Tanir, H., Gucluover, A., & Cigerci, A. E. (2014). The evaluation of physical activity and physical fitness levels of the adolescents staying in the orphanage. *Journal of Human Sport and Exercise*, 9(1), 436-444.
- Valdés, P., & Yanci, J. (2016). Análisis de la condición física, tipo de actividad física realizada y rendimiento académico en estudiantes de educación secundaria. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 30, 64-69.
- Van der Cammen-Van Zijp, M., Ijsselstijn, H., Takken, T., Willemsen, S., Tibboel, D., Stam, H., & Van den Berg-Emons, R. (2010). Exercise testing of preschool children using the bruce treadmill protocol: New reference values. *European Journal of Applied Physiology*, 108(2), 393-399. Doi: [10.1007/s00421-009-1236-x](https://doi.org/10.1007/s00421-009-1236-x)
- Varela-Sanz, A., Tuimil, J., Abreu, L., & Boulosa, D. (2017). Does concurrent training intensity distribution matter? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(1), 181-195.
- Viciano-Ramírez, J., Mayorga-Vega, D., & Cocca, A. (2014). Modelo de aprendizaje exitoso en educación física y su mantenimiento. Estudio del efecto del refuerzo intermitente sobre la condición física. *Revista iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte*, 9(1), 155-171
- Warburton, D., Nicol, C., & Bredin, S. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *Canadian medical association journal*, 174(6), 801-809.
- Ward, D., Vaughn, A., McWilliams, C., & Hales, D. (2010). Interventions for increasing physical activity at child care. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(3), 526-534. Doi: [10.1249/MSS.0b013e3181cea406](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181cea406)
- Wittberg, R., Northrup, K., & Cottrel, L. (2009). Children's physical fitness and academic performance. *American Journal of Health Education*, 40(1), 30-36. Doi: [org/10.1080/19325037.2009.10599076](https://doi.org/10.1080/19325037.2009.10599076)
- Wittberg, R., Cottrell, L., Davis, C., & Northrup, K. (2010). Aerobic fitness thresholds associated with fifth grade academic achievement. *American Journal of Health Education*, 41(5), 284-291.
- Zurita-Ortega, F., Padial-Ruz, R., Viciano-Garofano, V., Martínez-Martínez, A., Hinojo-Lucena, M. A., & Cepero-González, M. (2016). Perfil del estudiante de Educación Física en primaria. *Revista electrónica de investigación educativa*, 18(2), 156-169.

