

Capacidad aeróbica y rendimiento académico en escolares de educación primaria

Aerobic capacity and academic performance in primary schoolchildren

Andres Rosa Guillamón, Eliseo Garcia Canto, Pedro Jose Carrillo López
Universidad de Murcia (España)

Resumen. El objetivo del estudio es analizar la relación entre capacidad aeróbica y rendimiento académico en una muestra de escolares de seis a nueve años. Es un estudio descriptivo de corte transversal compuesto por 185 escolares (6-9 años). La capacidad aeróbica se valoró mediante el test de *Course-Navette*. El rendimiento académico se calculó a través de la calificación obtenida por los escolares en la primera evaluación realizada en las asignaturas de: lengua, matemáticas, naturales, sociales, inglés y artística. Los resultados obtenidos muestran que los escolares con mayor capacidad aeróbica obtienen mejores puntuaciones en las asignaturas de lengua ($p = .012$), matemáticas ($p = .011$), naturales ($p = .014$), sociales ($p = .015$), inglés (.050), artística ($p = .042$), asignaturas troncales ($p = .038$), específicas ($p = .007$) y rendimiento académico total ($p = .006$). Por ello, la capacidad aeróbica parece ser un elemento diferenciador del rendimiento académico en escolares de seis a nueve años de edad.

Palabras clave: capacidad aeróbica, obesidad, rendimiento académico, desarrollo cognitivo, escolares

Abstract. The aim was to analyze the relationship between aerobic capacity and academic performance in a sample of schoolchildren from six to nine years. Is a descriptive cross-sectional study composed of 185 schoolchildren (6-9 years). Aerobic capacity was assessed using the *Course-Navette* test. The academic performance was calculated through the grade obtained by the students in the first evaluation made in the subjects of: language, mathematics, natural, social, English and artistic. Results show that the students with the highest aerobic capacity obtained better scores in the subjects of language ($p = .012$), mathematics ($p = .011$), natural ($p = .014$), social ($p = .015$), english (.050), artistic ($p = .042$), core subjects ($p = .038$), special subjects ($p = .007$) and total academic performance ($p = .006$). So, Aerobic capacity seems to be a differentiator of academic performance in schoolchildren from six to nine years of age.

Keywords: Aerobic capacity, Obesity, academic performance, cognitive development, schoolchildren.

Introducción

La evidencia científica disponible sugiere que un estilo de vida físicamente activo podría influir positivamente en la estructura y la función cerebral durante la infancia (Asigbee, Whitney & Peterson, 2018; Conde & Tercedor, 2015; Donnelly et al., 2016; Voelcker-Rehage & Niemann, 2013). A través del uso de técnicas de neuroimagen, se ha visto reflejado como la liberación de determinadas sustancias que favorecen mecanismos de señalización celular como respuesta al ejercicio físico repercuten en el desempeño cognitivo (Illesca-Matus & Alfaro-Urrutia, 2017). Algunos estudios atribuyen que este efecto de la actividad física en la función ejecutiva se produce a través de la mejora en la capacidad aeróbica (CA) (Lambourne, Hansen, Szabo, Lee, Herrmann & Donnelly, 2013; Oliveira et al., 2017; Tomporowski, McCullick, Pendleton & Pesce, 2015), definida como un fenotipo biológico influenciado por la interacción entre la intensidad y el volumen con el que se realizan los esfuerzos físicos y determinados componentes genéticos (Guedes, Astudillo, Morales, Vecino, Araujo & Pires-Júnior, 2017).

Recientes estudios han puesto de manifiesto que la CA es un potente indicador fisiológico no solo del estado biológico de la salud sino también del estado psicosocial, observándose una asociación positiva con la calidad de vida percibida (Gálvez-casas, Rodríguez-García, Rosa-Guillamón, García-Cantó, Pérez-Soto, Tárraga & Tárraga, 2015), la satisfacción vital (Rosa-Guillamón, García-Cantó, Pérez-Soto & Rodríguez-García, 2016) y el autoconcepto (Rodríguez-García, Tárraga-Marcos, Rosa-Guillamón, García-Cantó, Pérez-Soto, Gálvez-Casas & Tárraga-López, 2014; González-Valero, Zurita-Ortega, San Román-Mata, Pérez-Cortés, Puertas-Molero, & Chacón-Cuberos, 2018), así como se ha constatado que un mayor nivel de CA se relaciona con una eficacia superior en tareas cognitivas que requieren un óptimo control atencional (Pontifex et al., 2011).

Se ha descrito en diversos estudios que la mejora de la CA puede ejercer una influencia directa en conexiones y estructuras neuronales en áreas cerebrales como la corteza motora, prefrontal o el hipocampo (Esteban-Cornejo et al., 2017; Ortega et al., 2017). Estas zonas son determinantes para el aprendizaje, la memoria y en algunas funciones

del control cognitivo como la inhibición, la flexibilidad cognitiva y la memoria de trabajo (Kao, Westfall, Parks, Pontifex & Hillman, 2017; Chaddock, Hillman, Pontifex, Johnson, Raine & Kramer, 2012). En concreto, una mayor densidad regional de materia gris de la corteza prefrontal dorso lateral izquierda se considera un centro neuronal en la intersección de funciones cognitivas y no cognitivas y, especialmente, un posible marcador neuro-anatómico para el rendimiento académico (RA) (Wang et al., 2017).

El RA se refiere al éxito de un estudiante en la escuela, medido por calificaciones curriculares oficiales o mediante los estándares de cumplimiento de varias pruebas de rendimiento en procesos como la lectura, el cálculo y la ortografía, entre otras, o en asignaturas como la lengua, las matemáticas o los idiomas, entre otras (Haapala, 2013; Reloba, Chiroso & Reigal, 2016). De este modo, el RA es reconocido por su vinculación a la evaluación y a su capacidad clasificatoria de los estudiantes, su expresión en notas lo identifican con objetividad; sin embargo, esta condición ha sido puesta en entredicho, en tanto existen factores externos que influyen sobre él, convirtiéndolo en una condición fenomenológica (Erazo-Santander, 2012).

León (2008) destaca que variables cognitivas como la inteligencia general y los conocimientos previos, variables conativas como los estilos cognitivos y de aprendizaje y, variables afectivas como la motivación y la personalidad son factores responsables que pueden determinar el RA. Asimismo, el estatus socioeconómico (Coe, Peterson, Blair, Schutten & Peddie, 2013), las conductas alimenticias (Asigbee, Whitney & Peterson, 2018), la edad (Coe et al., 2013), el sexo (Esteban-Cornejo et al., 2017), la coordinación visual-motora (Oberer, Gashaj & Roebbers, 2018) o parámetros del estado de condición física como la CA (Van Dusen, Kelder, Kohl, Ranjit & Perry, 2011) han sido considerados como factores condicionantes del RA.

Algunos estudios indican que intervenciones basadas en la mejora de la CA podrían tener efectos sobre el RA a través del desarrollo de la memoria de trabajo verbal (en ortografía) o la memoria de trabajo verbal y visoespacial (en matemáticas) (de Bruijn, Hartman, Kostons, Visscher & Bosker, 2018). Asimismo, se ha descrito que reducir el tiempo de ocio sedentario (> 2 horas/día) junto a niveles más altos de CA tienen efectos positivos sobre el RA (Aguilar, Vergara, Velásquez, Marina y García-Hermoso, 2015). En este sentido, Oberer et al. (2018) han observado que la asociación entre la CA, la coordinación visual-motora y las funciones ejecutivas es capaz de predecir el RA futuro en matemáticas, comprensión lectora y velocidad de lectura.

En la misma línea, otras investigaciones confirman la relación entre CA y RA total (Aguilar et al., 2015; Torrijos-Niño, Martínez-Vizcaíno, Pardo-Guijarro, García-Prieto, Arias-Palencia & Sánchez-López, 2014) y entre CA y algunas asignaturas académicas (Esteban-Cornejo et al., 2017; Scudder, Federmeier, Raine, Direito, Boyd & Hillman, 2014). No obstante, algunos trabajos no han encontrado asociaciones entre CA y RA ni en niños en edad infantil (Coe et al., 2013) ni en niños en edad infantil o adolescente (Oliveira et al., 2017); reflejando Oberer et al. (2018) que la influencia de la CA sobre el RA es sustancial pero indirecta a través de las funciones ejecutivas.

Aunque se han encontrado evidencias del efecto de la CA sobre las funciones cognitivas y el desempeño académico, se necesitan analizar las relaciones entre CA y RA en la primera fase etaria (Illesca-Matus & Alfaro-Urrutia, 2017). Por tanto, el objetivo de este trabajo fue analizar la relación entre CA y RA en una muestra de escolares españoles de seis a nueve años.

Material y método

Participantes

Un total de 185 escolares (104 varones y 81 mujeres) pertenecientes a la Región de Murcia (sur-este de España), de edades comprendidas entre 6-9 años ($M \pm DE$: $7,59 \pm 1,09$ años) participaron en este estudio empírico descriptivo y transversal *ex post facto* (Thomas, Nelson & Silverman, 2015) (tabla 1). El muestreo fue de tipo no probabilístico, elegidos de manera no aleatoria y por conveniencia. Se seleccionaron cuatro centros públicos de las comarcas del Altiplano, Vega Media, Noroeste y Campo de Cartagena. En reuniones previas realizadas con los representantes de los centros educativos se les informó del protocolo del estudio y se solicitó el consentimiento informado para que los escolares pudieran participar. Se consideraron como criterios de inclusión tener una edad entre 6 y 9 años y asistir con regularidad al colegio (90% de las clases durante los meses del curso académico en vigor). Se plantearon los siguientes criterios de exclusión: 1) tener alguna patología (cardiovascular, osteoarticular o mental); y 2) No presentar el consentimiento informado para participar en la investigación.

La investigación se desarrolló siguiendo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki (revisión de 2013), siguiendo las recomendaciones de Buena Práctica Clínica de la CEE (documento 111/3976/88 de julio de 1990) y la normativa legal vigente española que regula la investigación clínica en humanos (Real Decreto 561/1993 sobre ensayos clínicos). La investigación pertenece a una tesis doctoral que se está desarrollando en el Departamento de Expresión Plástica, Musical y Dinámica de la Universidad de Murcia (Murcia, España).

Tabla 1.

Distribución de la muestra según sexo y edad.

	6 años n (%)	7 años n (%)	8 años n (%)	9 años n (%)	Total n (%)
Varones	19 (47.5)	27 (62.8)	32 (58.2)	26 (55.3)	104 (56.2)
Mujeres	21 (52.5)	16 (37.2)	23 (41.8)	21 (44.7)	81 (43.8)
Total	40 (100.0)	43 (100.0)	55 (100.0)	47 (100.0)	185 (100.0)

Fuente: elaboración propia

Variables e instrumentos

Previo al trabajo de campo, se evaluó la capacidad motriz de los participantes para realizar el test físico mediante el *Cuestionario de Aptitud para la Actividad Física* (Thomas, Reading & Shepard, 1992).

La CA fue valorada mediante el test de *Course-Navette* (Léger, Mercier, Gadoury & Lambert, 1988). Consiste en realizar una carrera continua entre dos líneas separadas por 20 m en doble sentido, ida y vuelta. El ritmo de carrera se incrementa de manera progresiva mediante una señal sonora. La velocidad inicial es de 8,5 km/h-1 y se incrementa en .5 km/h-1 con intervalos de un minuto (paliers). El participante tiene que pisar detrás de la línea de 20 m antes de que se emita la señal sonora (*beep*). El test se da por finalizado cuando el participante se detiene al alcanzar la fatiga o cuando por dos veces consecutivas no llega a pisar detrás de la línea al sonido del *beep*.

En este estudio, el test se administró una vez. Si el participante cometió un error de procedimiento se paró y repitió. Se registró el

último palier o medio palier completado. Se empleó un teléfono móvil (Xiaomi, Mi A1, Pekín, China) y un altavoz bluetooth (Xiaomi, 4.0 Speaker Square Box, Pekín, China)

Se categorizó a los escolares en dos grupos ajustados por sexo y edad: *medio-bajo* (< P_{75}) y *alto* (> P_{75}). Se tuvo como referencia los percentiles establecidos por Castro-Piñero, Ortega, Keating, González-Montesinos, Sjöström y Ruiz (2011) para escolares de 6 a 17 años. En los varones, el P_{75} fue de 2,2 en 6 años, 2,6 en 7 años, 3,4 en 8 años y 4,3 en 9 años. En las mujeres, el P_{75} fue de 2,1 en 6 años, 2,9 en 7 años, 2,5 en 8 años y 2,4 en 9 años.

El RA se evaluó mediante la calificación obtenida por los escolares en la primera evaluación realizada en aquellas asignaturas que son comunes en el currículo de primaria: *lengua, matemáticas, naturales, sociales, inglés y artística*. Se calcularon, además, las siguientes variables: *troncales* (nota media de matemáticas y lengua), *específicas* (nota media de naturales, sociales, inglés y artística) y *RA total* (nota media de todas las asignaturas). Los valores de todas las variables oscilaron entre cero y diez.

Procedimiento

Se informó en una reunión a los responsables de los centros y a los representantes de las asociaciones de padres de la finalidad y protocolo de la investigación. El equipo de trabajo estuvo formado por un investigador principal y dos exploradores colaboradores (maestros especialistas en educación física). Se realizó una sesión teórico-práctica con cada grupo de estudio para que los participantes aprendiesen el protocolo de la prueba. Se recomendó a los padres que los participantes no realizasen ejercicio físico la tarde anterior, no alterasen su dieta habitual y vistiesen ropa deportiva. El equipo de investigadores administró la prueba en los grupos naturales de clase siguiendo el protocolo determinado y acompañando en la carrera del test de *Course-Navette* a los participantes. Se realizó un calentamiento estándar de cinco minutos basado en movilidad articular dinámica. Todas las mediciones se realizaron durante las tres primeras sesiones lectivas para evitar el posible cansancio de la jornada escolar e interrumpir lo menos posible la dinámica de la escuela. El trabajo fue realizado durante el curso académico (2017/18) visitando los centros durante el mes de diciembre de 2018.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo y se analizó la normalidad de las variables de estudio mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se empleó un análisis de la varianza simple (*oneway ANOVA*) para analizar los valores de RA en función del nivel de CA ajustado por edad y sexo. El intervalo de confianza se estableció en el 95%. Se calculó la χ^2 para estimar el tamaño del efecto y la potencia observada. La prueba de Levene fue utilizada para comprobar la homogeneidad de las varianzas. La significancia estadística se fijó a un valor $p < .05$. El análisis estadístico de los datos fue realizado con el programa *Statistical Package for Social Science*® software, (v.20.0 de SPSS Inc., Chicago, Illinois, EE.UU.

Tabla 2.

Rendimiento académico según el nivel de capacidad aeróbica.

Descripciones	CA	M ± DE	EE	IC 95%		F	p valor	??	PE
				LI	LS				
Lengua	A (146)	6.5 ± 1.9	.156	6.213	6.828	6.4	.012	.034	.716
	B (39)	7.4 ± 1.8	.302	6.789	7.980				
Matemáticas	A (146)	6.5 ± 2.0	.171	6.190	6.865	6.6	.011	.035	.726
	B (39)	7.5 ± 2.1	.331	6.834	8.140				
Naturales	A (146)	7.0 ± 1.8	.154	6.662	7.269	6.1	.014	.032	.693
	B (39)	7.8 ± 1.8	.297	7.208	8.382				
Sociales	A (146)	6.8 ± 1.8	.154	6.539	7.145	6.0	.015	.032	.688
	B (39)	7.6 ± 1.9	.297	7.080	8.253				
Inglés	A (146)	6.2 ± 2.1	.174	5.931	6.617	3.4	.050	.018	.452
	B (39)	7.0 ± 2.2	.336	6.310	7.638				
Artística	A (146)	6.9 ± 1.5	.130	6.689	7.201	8.0	.005	.042	.803
	B (39)	7.7 ± 1.5	.251	7.249	8.238				
Troncales	A (146)	6.5 ± 1.8	.156	6.216	6.832	7.2	.008	.038	.760
	B (39)	7.4 ± 1.9	.302	6.839	8.032				
Específicas	A (146)	6.7 ± 1.6	.133	6.494	7.019	7.4	.007	.039	.771
	B (39)	7.5 ± 1.6	.258	7.037	8.053				
RAT	A (146)	6.6 ± 1.6	.137	6.408	6.950	7.6	.006	.040	.787
	B (39)	7.5 ± 1.7	.266	.984	.033				

M ± DE = media ± desviación estándar; EE = error estándar; IC = intervalo de confianza; LI = límite inferior; LS = límite superior; ?? = tamaño del efecto; PE = potencia estadística; CA = capacidad aeróbica, A = nivel medio-bajo; B = nivel alto. Fuente: elaboración propia.

Resultados

La tabla 2 muestra el análisis de los parámetros del RA en función del nivel de CA. El ANOVA detectó diferencias estadísticamente significativas en las variables de lengua ($p = .012$), matemáticas ($p = .011$), naturales ($p = .014$), sociales ($p = .015$), inglés (.050), artística ($p = .042$), troncales ($p = .038$), específicas ($p = .007$) y RA total ($p = .006$).

Discusión

Los resultados de este estudio evidencian una relación positiva entre la CA y el RA en escolares españoles de seis a nueve años; además, la prueba ANOVA puso de manifiesto que aquellos con un nivel alto de CA ($e > P_{75}$), en comparación con sus pares homólogos con un nivel medio-bajo ($< P_{75}$), tuvieron un mejor rendimiento en lengua ($p = .012$), matemáticas ($p = .011$), naturales ($p = .014$), sociales ($p = .015$), inglés ($p = .050$) y artística ($p = .005$), así como valores superiores en las asignaturas troncales ($p = .008$), las asignaturas específicas ($p = .007$) y el RA total ($p = .006$) (tabla 2).

Estos resultados se muestran en línea con otros estudios que han reflejado una relación positiva entre la CA y el RA total (Aguilar et al., 2015; Torrijos-Niño et al., 2014; Haapala, 2013; González-Hernández y Portolés-Arriño, 2016), la CA y el RA en matemáticas y lengua (Esteban-Cornejo et al., 2017), la CA y RA en lengua (Scudder et al., 2014), la CA y el RA en matemáticas y funciones algebraicas (Kao et al., 2017; Lambourne et al., 2013) y CA y rendimiento en la lengua nativa (Oliveira et al., 2017).

A nivel conductual, estos hallazgos podrían ser debidos a que los escolares con mayor CA son físicamente más activos, presentan menores patrones de comportamiento sedentario, estructuran su tiempo libre y emplean más tiempo en actividades con mayor implicación cognitiva (Aguilar et al., 2015; Asigbee, Whitney & Peterson, 2018; Conde & Tercedor, 2015). En este sentido, se ha identificado que el efecto de la mejora en la CA tiene implicaciones en el desarrollo de habilidades cognitivas que favorecen aprendizajes curriculares en el ámbito escolar, las cuales son básicas para la adquisición posterior de la lectoescritura y el concepto de número (Illesca-Matus & Alfaro-Urrutia, 2017).

A nivel biológico, se ha observado en escolares con un ajuste aeróbico superior mayores respuestas neuroeléctricas vinculadas al procesamiento de la información semántica durante la lectura (N400) y al análisis de la estructura del lenguaje (P600) (Scudder et al., 2014). Esteban-Cornejo et al. (2017) han sugerido que la mejora en el nivel de CA influye positivamente en el desarrollo de algunas regiones cerebrales como la corteza premotora, la corteza motora suplementaria y el hipocampo ($p < .001$), relacionadas directamente con indicadores de RA académico como la memorización, la percepción auditiva y la competencia motora ($p < .05$). De igual modo, se ha descrito que una elevada CA se relaciona positivamente con una mayor amplitud del potencial cerebral y el control cognitivo, predominantemente en áreas cognitivas esenciales para enfrentarse con éxito a distintas tareas, lo que contribuye de manera indirecta a un RA óptimo (Pontifex et al., 2011).

A nivel psicológico, intervenciones orientadas a la mejora del bienestar socioemocional mediante el desarrollo de distintas dimensiones del individuo, entre ellas la CA, se han asociado con menores problemas de estrés, ansiedad y depresión, los cuales han sido considerados como factores coadyuvantes para favorecer un mayor RA (Guedes et al., 2017).

Los resultados de este estudio adquieren mayor importancia al tratarse de participantes en edades tempranas, ya que se ha descrito que el cerebro humano es un órgano extraordinariamente dinámico, siendo esta capacidad de modificación frente a diferentes estímulos aún mucho mayor durante la infancia y la adolescencia (Illesca-Matus & Alfaro-Urrutia, 2017; Ortega et al., 2017).

No obstante, Coe et al. (2013) no reportaron ningún tipo de asociación entre la CA y el RA en una muestra de participantes de 6 a 9 años; pero sí se ha confirmado esta relación positiva en edades posteriores,

hallándose durante la adolescencia una relación lineal y positiva entre ambas variables (Escámez-Baños et al., 2017). Sin embargo, el estudio aportado por Oliveira et al. (2017) no halló asociación entre la CA y el RA en matemáticas en una muestra formada por escolares y adolescentes.

Uno de los motivos de la ausencia de significación estadística en estos estudios podría ser la medición del RA usando las calificaciones medias de los escolares (Reloba, Chiroso & Reigal, 2016), existiendo otros métodos más objetivos como los test estandarizados de evaluación del desempeño académico a nivel nacional (Van Dusen et al., 2011). Asimismo, se ha informado de un efecto indirecto del incremento de CA sobre el RA a través de la mejora de las funciones ejecutivas, por lo que el impacto de variables externas o el tamaño de la muestra podrían condicionar esta asociación (Oberer et al., 2018). No obstante, Van Dusen et al. (2011) destacan que la CA ejerce un potente efecto sobre el RA, alcanzando esta asociación su punto máximo en la etapa de la educación secundaria.

A pesar de las recientes investigaciones que ilustran estos beneficios obtenidos en neurocognición en escolares, las horas de actividad física escolar se han reducido de manera alarmante (Chaddock et al., 2012). Por ello, se recomienda aumentar las sesiones de educación física desde edades tempranas, la cual debe ser planteada con modelos pedagógicos atractivos para el estudiante, ya que podría ser un enfoque útil para mejorar el RA (Oberer et al., 2018).

Además, dado que la CA es dependiente de intensidades elevadas de actividad física (> 6 MET), un enfoque en la implementación de estrategias de mejora para aumentar la intensidad de la AF en las clases de Educación física es necesario (Castejón-Oliva, López-Pastor, Julián-Clemente, & Zaragoza-Casterad, 2011; Lambourne et al., 2013; Ortiz-Marholz, Chiroso Ríos, Tamayo, Reigal Garrido, y García Mas, 2016) ya que a través de este ejercicio metabólico se podría alcanzar tanto a nivel conductual como neurofisiológico cambios estructurales del cerebro y mejoras en su conectividad (Voelcker-Rehage & Niemann, 2013).

Además del tipo, intensidad, continuidad y duración de la actividad física, algunos estudios destacan que el entorno sociocultural, el entorno de residencia, el estilo de vida o el coeficiente intelectual en escolares mayores de seis años actúan como factores mediadores entre la CA y el RA (Illesca-Matus & Alfaro-Urrutia, 2017; Donnelly et al., 2016; Tomporowski, McCullick, Pendleton & Pesce, 2015; Ruiz et al., 2011). Por ello, es necesario realizar estudios experimentales de corte longitudinal que incluyan pretest y posttest con la finalidad de determinar si la magnitud del efecto de las intervenciones de la CA es independiente de otras variables que puedan intervenir; consiguiendo de este modo, analizar como el nivel de CA adquirido en etapas tempranas influye en la estructura y la capacidad cerebral, aspecto vital para un correcto desarrollo académico (Aguilar et al., 2015).

Aunque este estudio destaca por la participación de varios colegios públicos de distintas zonas geográficas de la Región de Murcia, las edades de la muestra de estudio, la evaluación del principal índice del estado de salud relacionada con la condición física y el acceso a las calificaciones medias de las asignaturas, tras la realización de este trabajo diversas cuestiones aún permanecen por ser aclaradas en la relación entre CA y RA. No se han analizado las diferencias según sexo. Se confirma también la necesidad de realizar estudios de control aleatorizado, diseño longitudinal y métodos objetivos de evaluación de la CA y de parámetros como el rendimiento cognitivo, la inteligencia, la atención, las condiciones de vida higiénica (horarios de sueño y descanso, alimentación, patrones de comportamiento sedentario), hábitos de estudio, estructura familiar y otros, que puedan explicar y reforzar la causalidad entre las variables analizadas. Por último, es necesario aclarar qué modelos pedagógicos en el área de la educación física escolar son los más adecuados para favorecer al desarrollo de la CA y la adquisición de competencias que contribuyan a la mejora del RA. Por tanto, es evidente que este estudio presenta limitaciones metodológicas que reducen la capacidad de extrapolar los hallazgos encontrados.

No obstante, con las precauciones señaladas se puede sugerir la existencia de una relación directa entre CA y RA en escolares españoles

de seis a nueve años, concluyendo que niveles altos de CA podrían tener una relación positiva con calificaciones más elevadas en diversas asignaturas del currículum académico. Además, se sugiere que la reducción en los niveles de CA no influiría positivamente en el RA. Esto debe ser tenido en cuenta a nivel práctico en el sentido de que los responsables legales de los escolares consideren la participación en actividades físicas extraescolares como medio para la mejora de la CA y el RA y el no abandono de las mismas por motivos académicos relacionados con la disponibilidad de tiempo.

Referencias

- Aguilar, M. M., Vergara, F. A., Velásquez, E. J., Marina, R., & García-Hermoso, A. (2015). Screen time impairs the relationship between physical fitness and academic attainment in children. *Journal de pediatria*, 91(4), 339-345.
- Asigbee, F. M., Whitney, S. D., & Peterson, C. E. (2018). The Link Between Nutrition and Physical Activity in Increasing Academic Achievement. *Journal of School Health*, 88(6), 407-415.
- Castejón Oliva, F.J.; López-Pastor, V.M.; Julián Clemente, J.A. y Zaragoza Casterad, J. (2011). Evaluación formativa y rendimiento académico en la formación inicial del profesorado de Educación Física. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 11 (42) pp. 328-346
- Castro-Piñero, J., Ortega, F. B., Keating, X.D., González-Montesinos, J. L., Sjöström, M., & Ruiz, J. R. (2011). Percentile values for aerobic performance running/walking field tests in children aged 6 to 17 years; influence of weight status. *Nutrición Hospitalaria*, 26, 572-578.
- Chaddock, L., Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Johnson, C. R., Raine, L. B., & Kramer, A. F. (2012). Childhood aerobic fitness predicts cognitive performance one year later. *Journal of sports sciences*, 30(5), 421-430
- Coe, D. P., Peterson, T., Blair, C., Schutten, M. C., & Peddie, H. (2013). Physical fitness, academic achievement, and socioeconomic status in school aged youth. *Journal of School Health*, 83(7), 500-507.
- Conde, M. A., & Tercedor, P. (2015). La actividad física, la educación física y la condición física pueden estar relacionadas con el rendimiento académico y cognitivo en jóvenes. Revisión sistemática. *Archivos de medicina del deporte: Revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, (166), 100-109.
- De Bruijn, A. G. M., Hartman, E., Kostons, D., Visscher, C., & Bosker, R. J. (2018). Exploring the relations among physical fitness, executive functioning, and low academic achievement. *Journal of experimental child psychology*, 167, 204-221.
- Domone, S., Mann, S., Sandercock, G., Wade, M., & Beedie, C. (2016). A Method by Which to Assess the Scalability of Field-Based Fitness Tests of Cardiorespiratory Fitness Among Schoolchildren. *Sports Medicine*, 46(12), 1819-1831.
- Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etmier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., Lambourne, K., & Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(6), 1197.
- Erazo-Santander, O. (2012). El rendimiento académico, un fenómeno de múltiples relaciones y complejidades. *Revista Vanguardia Psicológica Clínica Teórica y Práctica*, 2(2), 144-173.
- Escámez-Baños, J. C., Gálvez-Casas, A., Gómez-Escribano, L., Fernández-Marcote, A. R., Tarraga-López, P., & Tarraga-Marcos, L. (2017). Influencia de la actividad física y la capacidad aeróbica sobre el rendimiento académico en la adolescencia: una revisión bibliográfica. *Journal of Negative and No Positive Results*, 3(1), 49-64.
- Esteban-Comejo, I., Cadenas-Sanchez, C., Contreras-Rodríguez, O., Verdejo-Roman, J., Mora-Gonzalez, J., Migueles, J. H., Henriksson, P., Davis, C., Verdejo-García, A., Catena, A., & Ortega, F. B. (2017). A whole brain volumetric approach in overweight/obese children: Examining the association with different physical fitness components and academic performance. The Active Brains project. *NeuroImage*, 159, 346-354.
- Gálvez-Casas, A., Rodríguez García, P. L., García-Cantó, E., Rosa Guillamón, A., Pérez-Soto, J. J., Marcos, L. T., & Lopez, P. T. (2015). Capacidad aeróbica y calidad de vida en escolares de 8 a 12 años. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*, 27(5), 239-245.
- González-Hernández, J. y 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., San Román-Mata, S., Pérez-Cortés, A.J., Puertas-Molero, P., & Chacón-Cuberos, R. (2018). 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). *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (34), 395-402.
- Guedes, D. P., Astudillo, H. A. V., Morales, J. M. M., Vecino, J. C., Araujo, C. E., & Pires-Júnior, R. (2017). Aptitud cardiorrespiratoria y calidad de vida relacionada con la salud de adolescentes latinoamericanos. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 10(2), 47-53.
- Haapala, E. A. (2013). Cardiorespiratory fitness and motor skills in relation to cognition and academic performance in children—a review. *Journal of human kinetics*, 36(1), 55-68.
- Illesca Matus, R. S., & Alfaro Urrutia, J. E. (2017). Aptitud física y habilidades cognitivas. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 10(1), 9-13.
- Kao, S. C., Westfall, D. R., Parks, A. C., Pontifex, M. B., & Hillman, C. H. (2017). Muscular and aerobic fitness, working memory, and academic achievement in children. *Med Sci Sports Exerc*, 49, 500-508.
- Lambourne, K., Hansen, D. M., Szabo, A. N., Lee, J., Herrmann, S. D., & Donnelly, J. E. (2013). Indirect and direct relations between aerobic fitness, physical activity, and academic achievement in elementary school students. *Mental Health and Physical Activity*, 6(3), 165-171.
- Lèger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93-101.
- León, B. (2008). Atención plena y rendimiento académico en estudiantes de enseñanza secundaria. *European Journal of Education and Psychology*, 1, 3, 17-26.
- Oberer, N., Gashaj, V., & Roebbers, C. M. (2018). Executive functions, visual-motor coordination, physical fitness and academic achievement: Longitudinal relations in typically developing children. *Human movement science*, 58, 69-79.
- Oliveira, T., Pizarro, A., Costa, M., Fernandes, L., Silva, G., Mota, J., y Ribeiro, J. C. (2017). Cardiorespiratory fitness, but not physical activity, is associated with academic achievement in children and adolescents. *Annals of human biology*, 44(4), 309-315.
- Ortega, F. B., Campos, D., Cadenas-Sanchez, C., Altmäe, S., Martínez-Zaldívar, C., Martín-Matillas, M., Catena, A., & Campoy, C. (2017). Physical fitness and shapes of subcortical brain structures in children. *British Journal of Nutrition*, 1-10.
- Ortiz Marholz, P.F., Chiroso Ríos, L.J., Tamayo, I.M., Reigal Garrido, R.F., & García Mas, A. (2016). Deporte extracurricular: examinando el compromiso en relación con variables socioeducativas. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 29, 53-57
- Pontifex, M. B., Raine, L. B., Johnson, C. R., Chaddock, L., Voss, M. W., Cohen, N. J., Kramer, A.F., & Hillman, C. H. (2011). Cardiorespiratory fitness and the flexible modulation of cognitive control in preadolescent children. *Journal of cognitive neuroscience*, 23(6), 1332-1345.
- Reloba, S., Chiroso, L. J., & Reigal, R. E. (2016). Relación entre actividad física, procesos cognitivos y rendimiento académico de escolares: revisión de la literatura actual. *Revista andaluza de medicina del deporte*, 9(4), 166-172.
- Rodríguez-García, P.L., Tarraga-Marcos, L., Rosa-Guillamón, A., García-Cantó, E., Pérez-Soto, J.J., Gálvez-Casas, A., & Tarraga-López, P. (2014). Physical Fitness Level and Its Relationship with Self-Concept in School Children. *Psychology*, 5, 2009-2017.
- Rosa-Guillamón, A., García-Cantó, E., Pérez-Soto, J. J., & Rodríguez-García, P. L. (2016). Estado de peso, condición física y satisfacción con la vida en escolares de educación primaria. Estudio piloto. *MHSALUD: Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud*, 13(2).
- 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., Sjöström, M., & 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.
- Scudder, M. R., Federmeier, K. D., Raine, L. B., Direito, A., Boyd, J. K., & Hillman, C. H. (2014). The association between aerobic fitness and language processing in children: Implications for academic achievement. *Brain and cognition*, 87, 140-152.
- Thomas, J.R., Nelson, J.K., y Silverman, S. (2015). *Research Methods in Physical Activity* (7th ed.). Human Kinetics
- Thomas, S., Reading, J., & Shephard, R. J. (1992). Revision of the physical-activity readiness questionnaire (PAR-Q). *Canadian Journal of Sport Sciences- Revue Canadienne Des Sciences Du Sport*, 17(4), 338-345.
- Tomporowski, P. D., McCullick, B., Pendleton, D. M., & Pesce, C. (2015). Exercise and children's cognition: the role of exercise characteristics and a place for metacognition. *Journal of Sport and Health Science*, 4(1), 47-55.
- Torrijos-Niño, C., Martínez-Vizcaíno, V., Pardo-Guijarro, M. J., García-Prieto, J. C., Arias-Palencia, N. M., & Sánchez-López, M. (2014). Physical fitness, obesity, and academic achievement in schoolchildren. *The Journal of pediatrics*, 165(1), 104-109.
- Van Dusen, D. P., Kelder, S. H., Kohl, H. W., Ranjit, N., & Perry, C. L. (2011). Associations of physical fitness and academic performance among schoolchildren. *Journal of School Health*, 81(12), 733-740.
- Voelcker-Rehage, C., & Niemann, C. (2013). Structural and functional brain changes related to different types of physical activity across the life span. *Neuroscience y Biobehavioral Reviews*, 37(9), 2268-2295.
- Wang, S., Zhou, M., Chen, T., Yang, X., Chen, G., Wang, M., & Gong, Q. (2017). Examining gray matter structure associated with academic performance in a large sample of Chinese high school students. *Scientific Reports*, 7(1), 893.