

Ejercicio físico aeróbico y atención selectiva en escolares de educación primaria Aerobic physical exercise and selective attention in primary school children

Andrés Rosa Guillamón, Eliseo García Canto, Hector A. Martínez García
Universidad de Murcia (España)

Resumen. El ejercicio físico puede tener efectos beneficiosos sobre las funciones cognitivas y el rendimiento académico. Entre las funciones cognitivas, el estudio de la atención en escolares ha adquirido un especial interés por su posible influencia en aspectos concretos tales como el rendimiento académico o la integración social. El objetivo fue analizar el efecto agudo de una sesión de ejercicio físico aeróbico sobre la atención selectiva en una muestra de 48 niños y 40 niñas (Edad, $M \pm DT = 9.48 \pm .505$ años). Se empleó un diseño de estudio cuasi-experimental con un grupo control y otro experimental. El ejercicio físico consistió en recorrer una milla lo más rápidamente posible. Se midió la atención selectiva con el *Test de Caras*. El grupo experimental se dividió en dos subgrupos (menor v. mayor) según el tiempo empleado en la milla. Los resultados mostraron diferencias significativas en *aciertos* ($p = .012$), *control inhibitorio* ($p = .020$) y *omisiones* ($p = .007$) tras la intervención. Se detectó una correlación inversa entre el tiempo empleado en el ejercicio físico y *aciertos* ($p = .022$). El análisis de la varianza detectó registros superiores en *aciertos* ($p = .047$) en el grupo con menor tiempo empleado. Los resultados sugieren que la realización de una sesión de ejercicio físico aeróbico de corta duración podría tener efectos agudos positivos en la atención selectiva. La realización en menor tiempo de un ejercicio físico como la milla se relaciona con una mejor atención selectiva. Tener una mejor capacidad aeróbica podría relacionarse con una mayor atención selectiva.

Palabras clave: Estilos de vida, ejercicio físico, capacidad aeróbica, atención selectiva, niños.

Abstract. Physical exercise can have beneficial effects on cognitive functions and academic performance. Among cognitive functions, the study of attention in schoolchildren has acquired special interest due to its possible influence on specific aspects such as academic performance or social integration. The objective was analyze the acute effect of an aerobic physical exercise session on selective attention in a sample of 48 boys and 40 girls (Age, $M \pm DT = 9.48 \pm .505$ years). A quasi-experimental study design with a control group and an experimental group was used. Physical exercise involves walking a mile as quickly as possible. Selective attention was measured with the Face Test. The experimental group was divided into two subgroups (minor v. major) according to the time spent in the mile. The results of the differences affected in correct answers ($p = .012$), inhibitory control ($p = .020$) and omissions ($p = .007$) after the intervention. An inverse correlation was detected between the time spent on physical exercise and correct answers ($p = .022$). The analysis of variance detected higher records in correct answers ($p = .047$) in the group with less time spent. The results suggest that performing a short duration aerobic exercise session could have positive acute effects on selective attention. Performing physical exercise like the mile in less time is related to better selective attention. A better aerobic capacity could be related to more selective attention.

Keywords: Lifestyles, physical exercise, aerobic capacity, selective attention, schoolchildren.

Introducción

Durante las últimas décadas se ha producido una transformación en los estilos de vida de varios grupos de edad, sobre todo en escolares y adolescentes, motivados hacia conductas cada vez menos activas en detrimento de aquellas que implican ejercicio físico regular (Maureira, Bravo, Aguilera, Bahamondes & Véliz, 2019; Pindus, et al., 2019; Verloigne, et al., 2014). Esto se ha visto reflejado en la actualidad, ya que solamente uno de cada cinco escolares a nivel mundial mantiene una adherencia a alguna de las recomendaciones establecidas para la realización de ejercicio físico saludable (e» 60 minutos/día, e» 5 días/semana e» 3-6 MET o e» 20 minutos continuos, e» 3 días/semana, e» 6 MET) (García-Cantó, Carrillo-López & Rosa, 2019; OMS, 2019).

Los escolares que cumplen con estas recomendaciones y que son considerados como activos, no solo podrían estar beneficiándose de una mejor calidad de vida y de un mejor estado de salud relacionado con la condición física (Galán-López, Gisladóttir & Ries, 2020; Piña, et al., 2020; Rodríguez, Iglesias & Molina, 2020; Rosa, 2019; Rosa, García-Cantó & Carrillo-López, 2018a; Rosa, García-Cantó & Pérez-Soto, 2018b), sino que también podrían estar desarrollando funciones preventivas frente a futuros riesgos cardiovasculares,

enfermedades inflamatorias, ansiedad, depresión y estrés, además de mejorar indicadores relacionados con las habilidades sociales, la autopercepción, la resiliencia (Barbosa & Urrea, 2018; Rosa, García-Cantó & Carrillo-López, 2019a) y la neuroplasticidad cerebral (Maureira, 2016).

Estudios recientes confirman los efectos beneficiosos que el ejercicio físico realizado tanto agudo (en una sola sesión) como habitual (sistemático), puede ejercer en las funciones cognitivas y el rendimiento académico en escolares y adolescentes (Fernandes, et al., 2016; Hogan, Kiefer, Kubesch, Collins, Kilmartin & Brosnan, 2013; Kao, et al., 2017; Rosa, García-Cantó & Carrillo-López, 2019b,c; Gallego, Hernández, Reigal & De Mier, 2015). Dentro del conjunto de programas de ejercicio físico llevados a la práctica, se ha observado que aquellos centrados en examinar indicadores vinculados al incremento de la capacidad aeróbica (por ejemplo, el consumo máximo de oxígeno) son los que han obtenido mejores resultados en algunas funciones cognitivas tales como el procesamiento ejecutivo, la memoria, el lenguaje o la atención (Altenburg, Chinapaw & Singh, 2016; Flores, Maureira, Díaz, Navarro, Gavotto & Matheu, 2019; Maureira, Díaz, Flores, Gavotto, Hadweh, 2020; Tsai, Chen, Pan, Wang, Huang & Chen, 2014).

El estudio de la atención ha adquirido un especial interés entre científicos, especialistas en psicología evolutiva y pedagogos, por su posible influencia sobre el desarrollo del niño, no solo en aspectos concretos como el rendimiento cognitivo o académico, sino también sobre su evolución

como persona y su integración entre el grupo de iguales (Lozano, Capote & Fernández, 2015; Monteoliva, Carrada & Ison, 2017). La atención se puede definir como la capacidad para atender estímulos que son relevantes para un individuo en una situación concreta, observándose una interrelación de los sistemas cognitivo, socioemocional y motivacional (Buck, Hillman & Castelli, 2008). Esta facultad está situada en el corazón del sistema cognitivo y contribuye a regular importantes funciones cognitivas tales como la memoria y el lenguaje, permitiendo afrontar la complejidad de los estímulos procedentes del medio ambiente y adaptar el comportamiento de la persona a metas e intenciones (Pérez, Padilla, Parmentier & Andrés, 2014).

En la actualidad se acepta que, de acuerdo al estímulo seleccionado y al tiempo de concentración en este, la atención presenta tres redes funcional y anatómicamente independientes: focalizada, selectiva y sostenida, denominándose como capacidad atencional a este conjunto de aptitudes, condiciones o cualidades que permiten al individuo ejecutar la función de atención (Llorens, Sanabria & Huertas, 2015).

En el ámbito educativo resulta complicado para los escolares mantener la atención durante periodos prolongados de tiempo ya que agota determinados neurotransmisores de la corteza prefrontal (Gunnell, et al., 2018). En este sentido, la literatura científica disponible informa de mejoras en los niveles de atención como consecuencia de la aplicación de diversos tipos de intervenciones basadas en ejercicio físico (de Greeff, Bosker, Oosterlaan, Visscher & Hartman, 2018; Maureira & Flores, 2017).

Se ha descrito que el tipo, la duración e intensidad del ejercicio físico son factores a tener en cuenta en el diseño de los programas educativos o de entrenamiento físico (Folgado dos Santos, Duarte, Matos, da Silva, de Almeida & Rebelo, 2020); concluyendo que las intervenciones para mejorar los procesos atencionales deben estar prescritas al menos entre dos y nueve semanas, con una frecuencia de dos sesiones semanales de 40 minutos de duración (Domínguez-González, Moral-Campillo, Reigal & Hernández-Mendo, 2018);

), observándose un mayor efecto sobre los distintos tipos de atención cuando los programas de ejercicio físico incrementaban su intensidad (Reloba-Martínez, Reigal-Garrido, Hernández-Mendo, Martínez-López, Martín-Tamayo & Chiroso-Ríos, 2017).

Otros trabajos apuntan a la capacidad aeróbica y sugieren que no es tanto el ejercicio físico que se realiza sino más bien el nivel de capacidad aeróbica, el que muestra una relación consistente con la atención en escolares de primaria (Raine, Kao, Pindus, Westfall, Shigeta & Logan, 2018; Stroth, Kubesch, Dieterle, Ruchow, Heim & Kiefer, 2009; Westfall, Kao, Scudder, Pontifex & Hillman, 2017; Wilson, Olds, Lushington, Petkov & Dollman, 2016).

Sin embargo, diversos estudios han reportado efectos positivos agudos en los niveles de atención tras realización de una sesión de educación física escolar (Berrios-Aguayo, Latorre-Román, Salas-Sánchez & Pantoja, 2018) o de pausas físicamente activas durante la jornada lectiva, explicando que estas intervenciones contribuyen a reponer determinados circuitos cerebrales ya que incrementan la demanda energética en áreas corticales y subcorticales favoreciendo que las

sinapsis nerviosas sean más efectivas, promoviendo una mayor actividad cerebral y, posiblemente, potenciando la función cerebral (Domínguez-Sánchez, Alarcón-Malagón, García-Flórez & Velandia-Guillén, 2018; Gallego, et al., 2015).

En la misma línea, otros estudios apuntan a un incremento en los niveles de atención tras la aplicación de una sola sesión de ejercicio físico extraescolar de entre 12 y 45 minutos de duración (Chen, Zhang, Callaghan, LaChappa, Chen & He, 2017; Gallota, et al., 2015; Palmer, Miller & Robinson, 2013; Tine, 2014); efectos que parecen mantenerse entre 50 y 90 minutos después de la intervención (Schmidt, Egger & Conzelmann, 2015; Gallota, et al., 2015).

En contraposición a los anteriores, hallazgos recientes han evidenciado una disminución en los niveles de atención tras la aplicación de una sesión de alta intensidad y corta duración (Perciavalle, et al., 2016) o el incremento de la carga física de trabajo durante la misma (Dutke, Jaitner, Berse & Barenberg, 2014).

Teniendo en cuenta que la literatura científica no se muestra concluyente, y que las primeras fases del desarrollo etario son fundamentales en la maduración cerebral (Ortiz & Ramírez, 2020), parece necesario profundizar en este fenómeno de estudio en escolares de primaria. Por tanto, en este trabajo se planteó como principal objetivo analizar los efectos agudos sobre la atención selectiva de una muestra de escolares de primaria, de una sesión de ejercicio físico aeróbico de corta duración. Como análisis complementario se estableció como objetivo estudiar la correlación entre el tiempo empleado en el ejercicio físico y la atención selectiva, examinando las diferencias según el tiempo empleado en el mismo.

Material y método

Participantes

En este estudio fueron inicialmente invitados a participar 98 escolares (50 niños y 48 niñas) pertenecientes a los cursos de 3.º y 4.º de Educación Primaria de un colegio público de la Región de Murcia (sur-este de España), en edades comprendidas entre los nueve y los 10 años ($M \pm DT = 9.48 \pm .505$ años). El colegio fue seleccionado por la disposición favorable a colaborar en el estudio tanto del equipo directivo como de la asociación de padres, tras ser informados del objetivo y protocolo del mismo. Los participantes fueron seleccionados de manera no aleatoria y por conveniencia. Como criterio de inclusión se planteó que los participantes tuvieran un porcentaje de asistencia al colegio del 90% durante el curso escolar 2018/2019. Como criterios de exclusión se controlaron el historial médico aportado por las familias con dificultades potenciales, la presencia de alguna patología osteoarticular aguda o crónica y aportar el consentimiento informado de las familias. Finalmente, se seleccionó una muestra de 88 escolares (48 niños y 40 niñas; $n = 46$, nueve años y $n = 42$, 10 años). La muestra fue organizada de manera que, tanto el grupo control ($n = 44$, 13 niños de nueve años y 10 niñas de nueve años; 11 niños de 10 años y 10 niñas de 10 años) como el grupo experimental ($n = 44$, 13 niños de nueve años y 10 niñas de nueve años; 11 niños de 10 años y 10 niñas de 10 años) representasen, respectivamente, el 50% del total de la muestra.

Diseño del estudio

Se planteó un diseño de estudio cuasi-experimental intrasujetos con medidas pre-post (Ato, López & Benavente, 2013). Las variables dependientes fueron cuatro dimensiones que pueden describir el nivel de atención (aciertos, errores, control inhibitorio y omisiones). La variable independiente fue el ejercicio físico.

El estudio respetó los postulados establecidos por la Declaración de Helsinki (revisión de 2013) y los estándares éticos sugeridos para investigaciones en ciencias del deporte (Harris & Atkinson, 2013). Este estudio fue evaluado por la Comisión de Ética de la Universidad de Murcia con fecha de 4 de diciembre de 2018.

Variables e instrumentos

Variable independiente

Variables sociodemográficas. Se elaboró un cuestionario *ad-hoc* con ítems relativos al sexo y edad de los participantes.

Ejercicio físico. Consistió en recorrer la distancia de una milla (1609.34 metros) en el menor tiempo posible siguiendo el procedimiento establecido por Castro-Piñero, Ortega, Mora, Sjöstrom & Ruiz (2011). Los participantes fueron instruidos y motivados para completar la distancia de una milla lo más rápido posible, permitiendo caminar si el participante no pudo completar dicha distancia corriendo. Se registró el tiempo de finalización al segundo más cercano. Los participantes fueron clasificados en dos grupos según el tiempo empleado: *menor* ($d < P_{50}$) y *mayor* ($e > P_{50}$) ($P_{50} = 15.2$).

Variables dependientes

Para comparar los efectos producidos tras la realización del ejercicio físico, se efectuaron dos medidas (pre y post) de un test que mide la atención. Se trata del *Test de Percepción de Semejanzas y Diferencias (Test de Caras)* de Thurstone & Yela (2012). Este test se compone de 60 imágenes-estímulo, cada una de ellas formadas por tres dibujos esquemáticos de caras con la boca, las cejas y el pelo representados con trazos elementales. En cada bloque de tres caras, dos son iguales, consistiendo la tarea en determinar cuál es la diferente y tacharla. La parte uno empleada en el pretest difiere en la organización del conjunto de imágenes de la parte dos utilizada en el posttest. El *Test de Caras* ha sido utilizado en estudios con escolares a partir de los seis años y mide, concretamente, la habilidad para percibir con la mayor velocidad de procesamiento, semejanzas, diferencias y patrones estimulantes parcialmente ordenados (Monteoliva, Ison & Pattini, 2014; Rodríguez, Quintero, Castro & Castro, 2008). La fiabilidad mostrada por este instrumento en el diseño original fue de $\alpha = .95$; en el análisis de validez se encontró que la varianza se distribuía sobre todo entre los factores de velocidad de percepción e inteligencia espacial (Thurstone & Yela, 1985). Este test ha sido revisado recientemente dando como resultado nuevos indicadores para la evaluación atencional (Monteoliva, et al., 2017). En este estudio se han propuesto las siguientes variables: (1) *Aciertos*: figuras iguales al modelo (correctamente señaladas); (2) *Errores* (errores de comisión): figuras señaladas que difieren del modelo (incorrectamente señaladas); (3) *Omisiones* (errores de omisión):

figuras similares al modelo no señaladas; (4) *Control inhibitorio*: ratio de la diferencia entre aciertos y errores, dividido entre la suma de aciertos y errores. Esta variable ha sido descrita como una medida del control de la impulsividad, siendo más efectiva que la medición simple del número de figuras señaladas (Crespo-Eguílaz, Narbona, Peralta & Repáraz, 2006).

$$CI = \frac{A-E}{A+E};$$

donde (CI) es el control inhibitorio, (A) es el número de aciertos y (E) los errores de comisión.

Procedimiento

Una semana antes se aportaron por escrito a las familias recomendaciones relativas a evitar la realización de ejercicio físico intenso durante las 48 horas previas a la administración de las pruebas, seguir una dieta nutritiva, mantenerse hidratado, dormir entre ocho y 10 horas los dos días anteriores al estudio, vestir ropa deportiva y calzado deportivo ligero. En el trabajo de campo participaron dos docentes de educación física del centro. El día de la intervención se verificó que todos los participantes se encontraran en óptimas condiciones. Los participantes se organizaron en dos grupos: rojo, formado por los 23 escolares de nueve años y azul, formado por los 21 escolares de 10 años. Primero se realizó el estudio con los participantes de nueve años y, a continuación, se procedió a realizar el mismo y a la misma hora con los participantes de 10 años. La intervención consistió en la administración del test de atención inmediatamente antes y después de la aplicación del ejercicio físico. El tiempo medio de cada participante fue de 28 minutos desde el inicio hasta la finalización de la intervención. La prueba de la milla fue administrada en una pista de 200 metros en el patio de juego del colegio. Se realizó un calentamiento de cinco minutos basado en movilidad articular dinámica. Los participantes fueron constantemente motivados para que realizasen la milla lo más rápido posible. El test de atención fue autoadministrado en un aula del colegio, bajo la supervisión del investigador. La duración del test fue de dos minutos. Todos los participantes realizaron las pruebas del estudio en horario lectivo, entre las 10 y las 11 horas, durante el mes de noviembre de 2018.

Análisis estadístico

Para analizar la normalidad en la distribución de las variables se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk. Se utilizó la prueba Wilcoxon para analizar la comparación de medias pre y post. Se realizó un análisis de correlaciones parciales controladas por edad y sexo (correlación de Pearson) y un análisis de la varianza de un factor (one-way ANOVA), ajustado también por edad y sexo, para estudiar las diferencias en las variables de la atención según el tiempo empleado en la milla (menor v. mayor). El nivel de significación se estableció en $p < .05$. Se utilizó el programa SPSS (v.23.0 de SPSS Inc., Chicago, Illinois, EE. UU).

Resultados

La Tabla 1 presenta los valores descriptivos de la prue-

ba de la milla en función del sexo y de la edad de los participantes. Los valores promedio de los varones fueron inferiores a los registros obtenidos por las mujeres (9 años, 14.5 ± 2.5 vs. 17.0 ± 1.6 ; 10 años, 12.7 ± 2.6 vs. 15.7 ± 1.5). El valor promedio mínimo en la prueba se detectó en los varones de 10 años (8.5) mientras que los valores promedio máximos se observaron tanto en los varones como en las mujeres de 9 años (ambos con 19.2 años).

Tabla 1.

Análisis descriptivo del ejercicio físico						
Edad	Varones (n = 24)			Mujeres (n = 20)		
Años N	M ± DT	Mínimo	Máximo	M ± DT	Mínimo	Máximo
9 23	14.5 ± 2.5	11.5	19.2	17.0 ± 1.6	14.3	19.2
10 21	12.7 ± 2.6	8.4	17.2	15.7 ± 1.5	13.3	17.4

Nota: Fuente: elaboración propia. M: Media; DT: Desviación típica.

La Tabla 2 muestra la comparación de las medias pretest y postest en las variables de la atención. Entre las medidas pre y post, en el grupo control se encontraron diferencias significativas en la variable *omisiones* ($p = .041$). No se encontraron diferencias en el resto de variables. En el grupo experimental se detectaron diferencias significativas en las variables de *aciertos* ($p = .012$), *control inhibitorio* ($p = .020$), y *omisiones* ($p = .007$). No se registraron diferencias en la variable de *errores*.

Tabla 2

	Pretest		Postest		Z	p
	M ± DT	M ± DT	M ± DT	M ± DT		
Grupo control (n = 44)						
Aciertos	32.7 ± 8.3	34.2 ± 8.8	-1.781	.075		
Errores	3.3 ± 3.3	3.4 ± 4.7	-.505	.614		
Control inhibitorio	36.1 ± 9.2	37.5 ± 9.7	-1.232	.218		
Omisiones	23.3 ± 9.5	21.0 ± 9.9	-2.046	.041		
Grupo experimental (n = 44)						
Aciertos	26.8 ± 6.5	29.2 ± 7.9	-2.5	.012		
Errores	4.4 ± 3.1	5.1 ± 5.3	-.513	.608		
Control inhibitorio	31.3 ± 8.1	34.3 ± 9.6	-2.321	.020		
Omisiones	28.7 ± 8.1	25.2 ± 9.9	-2.679	.007		

Nota: Fuente: elaboración propia. M: Media; DT: Desviación típica.

Como análisis complementario (véase Tabla 3) y con el propósito de verificar si existen correlaciones entre el tiempo realizado en la milla y las medidas postest de las variables de la atención se llevó a cabo un análisis de correlación con el coeficiente de Pearson. El tiempo en la prueba de la milla presentó una correlación inversa con la variable de *aciertos* ($r = -.349$, $p = .022$). No se detectaron correlaciones con el resto de variables.

Tabla 3

Atención	Tiempo en la milla	
	r	p
Aciertos	-.349	.022
Errores	.199	.201
Control inhibitorio	-.178	.253
Omisiones	.168	.283

Nota: Fuente: elaboración propia. r = coeficiente de Pearson.

Por último, en la Tabla 4 se observa cómo, al dividir la muestra según el tiempo empleado en recorrer la distancia equivalente a una milla, existen diferencias significativas en la variable de *aciertos* ($F = 4.205$; $p = .047$). También se puede observar la existencia de una tendencia hacia la significación

Tabla 4

Variables	Tiempo de la milla		F	p
	Menor (n = 20)	Mayor (n = 24)		
Aciertos	30.7 ± 9.3	28.0 ± 6.5	4.205	.047
Errores	5.1 ± 5.3	5.1 ± 5.4	.144	.706
Control inhibitorio	35.7 ± 9.6	33.1 ± 9.6	3.621	.064
Omisiones	24.3 ± 9.6	26.0 ± 10.3	3.033	.089

Nota: Fuente: elaboración propia. Tiempo en la milla: menor = < P50, mayor = > P50; P50 = 15.2.

estadística en las variables de *control inhibitorio* ($p = .064$) y *omisiones* ($p = .089$).

Discusión

Los resultados de este estudio han mostrado efectos agudos positivos sobre la atención selectiva tras la realización de una sesión de ejercicio físico aeróbico de corta duración. Concretamente, se observaron mejoras significativas en las variables de aciertos, control inhibitorio y omisiones (véase Tabla 2). Estos hallazgos podrían ser debidos al posible incremento de la vascularización provocada por el ejercicio físico con el consecuente aumento del riego sanguíneo cerebral (de Greeff, et al., 2018; Maureira & Flores, 2017).

Además, estos resultados podrían aportar evidencia sobre la consolidación del ejercicio físico aeróbico como preferente a la hora de reportar efectos positivos agudos sobre la atención. En este sentido, algunos trabajos han resaltado la importancia de la realización repetida durante la jornada escolar de ejercicio físico aeróbico, observándose mayores efectos sobre la atención después de la realización de ejercicio físico de corta duración e intensidad moderada (Janssen, et al., 2014; Llorens, et al., 2015). Estos efectos positivos parecen incrementarse cuando los escolares realizan dos sesiones diarias de ejercicio físico de 20 minutos de duración, en comparación con las puntuaciones obtenidas en las tareas atencionales por aquellos escolares que realizan ejercicio físico durante menos tiempo o actividades sedentarias (Altenburg et al., 2016).

Los resultados del presente trabajo se muestran en línea con lo reportado en estudios previos realizados con escolares de distintos contextos socioculturales (Chen, et al., 2017; Gallota, et al., 2015; Palmer, et al, 2013; Tine, 2014; entre otros). En el estudio de Palmer, et al. (2013) los participantes obtuvieron mejoras significativas en los niveles de atención focalizada tras una intervención de 30 minutos de duración. En la misma línea, Chen, et al. (2017) reportaron puntuaciones más elevadas en las pruebas de atención y concentración en aquellos escolares que participaron o en una clase de educación física basada en ejercicio físico aeróbico de 30 minutos de duración o en una clase interactiva de educación física, en comparación con los escolares que realizaron una sesión académica de 30 minutos de duración.

Otros hallazgos observados en estos estudios refieren al efecto prolongado del ejercicio físico sobre la atención. Con respecto a esto, un estudio concluyó que la realización de una sola sesión de ejercicio físico aeróbico de tan solo 12 minutos de duración podría incrementar significativamente la capacidad atencional, detectándose efectos positivos 45 minutos después de su aplicación (Tine, 2014). Estos efectos podrían prolongarse hasta 90 minutos después, según una investigación en la que se aplicó un tratamiento basado en ejercicios de coordinación (Schmidt, et al., 2015).

Otros estudios, en cambio, han analizado el momento en el que el ejercicio físico podría tener un mayor efecto sobre la atención. En este sentido, Gallota, et al. (2015) reportaron 50 minutos después de la aplicación de un tratamiento los mejores puntajes en las pruebas de atención en contraposición a los valores registrados inmediatamente después de la finalización de la intervención. Además, en este estudio se obser-

varon puntuaciones superiores en la atención selectiva en el grupo de participantes de una sesión de educación física y clase cognitiva en comparación con los efectos registrados en una clase cognitiva y en una sesión tradicional de educación física (Gallota, et al., 2015).

Sin embargo, otros trabajos sugieren que el ejercicio aeróbico agudo no tiene ningún efecto positivo sobre las funciones ejecutivas, incluyendo la atención, e indican que solo el desarrollo de la capacidad aeróbica favorece la mejora del procesamiento atencional a través del efecto que tiene en el incremento de la asignación de recursos para la codificación de estímulos durante la preparación de tareas (Stroth, et al., 2009; Wilson, et al., 2016). Este hecho cuestiona las teorías que predicen los efectos facilitadores del impacto positivo del ejercicio físico sobre la atención (Dominguez-Sánchez, et al., 2018; Schmidt, et al., 2016).

Por otro lado, en el presente estudio también se analizaron las correlaciones entre el tiempo empleado en el ejercicio físico (recorrer en el menor tiempo posible la distancia de una milla) y las variables de atención, examinando asimismo las diferencias entre grupos según el tiempo empleado en el mismo. Los resultados mostraron una correlación inversa entre el tiempo empleado y la variable de aciertos (véase Tabla 3). Asimismo, al dividir la muestra en dos grupos según el tiempo empleado en el ejercicio físico se puede observar como aquellos escolares con un menor tiempo obtuvieron registros superiores en la variable de aciertos en comparación con sus semejantes con un mayor tiempo empleado (véase Tabla 4).

Estos resultados podrían informar del papel de la capacidad aeróbica en la relación entre ejercicio físico aeróbico y atención. En este sentido, los resultados de este trabajo podrían sugerir que tener una mejor capacidad aeróbica se asocia con una mayor atención selectiva, y se aproximan a los hallados en otros estudios realizados con preadolescentes (Dominguez-González, et al., 2018; Kao, et al. 2017) y adolescentes (Pérez-Lobato, et al., 2016), mostrando que aquellos sujetos con mayor capacidad aeróbica tienen menores tasas de error en las tareas atencionales (Buck, et al., 2008; Hogan, et al., 2013).

Se ha descrito que la influencia de la capacidad aeróbica sobre la atención podría ser debida al efecto de algunos mecanismos subyacentes de la activación de las funciones cognitivas inducidas por la realización de ejercicio físico aeróbico (Hötting & Röder, 2013). El desarrollo de los mecanismos vinculados a la capacidad aeróbica favorece la producción del factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1), que estimula a su vez el aumento del factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF), las catecolaminas (dopamina, epinefrina y norepinefrina) y el flujo sanguíneo en las áreas cerebrales (Tsai, et al., 2014). Estos efectos podrían provocar a su vez que, además de la vascularización y la neurogénesis, se produzca un incremento del volumen del neuropilo (terminales axónicos, dendritas y astrocitos) provocando un aumento del volumen de la masa cerebral (Maureira, 2016). Además, la mejora de la capacidad aeróbica a través de la realización de ejercicio físico aeróbico podría tener un efecto beneficioso sobre la atención ya que modularía el funcionamiento del estado de alerta fásico mejorando el estado general de vigilancia tónica (Pérez, et al., 2014).

Chaddock, et al. (2012) han sugerido que la capacidad aeróbica podría incrementar la velocidad de procesamiento de las distintas regiones cerebrales implicadas en la atención, favoreciendo un menor tiempo de respuesta y un mayor control de la conducta en los escolares. Se ha descrito que niveles más elevados de capacidad aeróbica se relacionan con una atenuación de las pérdidas asociadas con el volumen cerebral de materia gris y un riesgo inferior de deterioro cognitivo originado a través de la modulación dopaminérgica (Westfall, et al., 2017), demostrando que la capacidad aeróbica podría ser particularmente beneficiosa para la asignación de recursos a la atención, según la onda de amplitud P3, así como la precisión de la respuesta y la variabilidad intraindividual (Raine, et al., 2018).

Este estudio no se encuentra exento de limitaciones. En primer lugar, la ausencia de aleatorización en la selección de la muestra, aunque a su favor se ha de comentar que este estudio se realizó en la propia realidad escolar y por profesionales vinculados al ámbito educativo. En segundo lugar, los instrumentos empleados en el estudio, aunque para la medida de la atención se utilizó un cuestionario de probada fiabilidad y validez; para el ejercicio físico hubiese aportado información objetiva el empleo de instrumentos para la medida de la intensidad del ejercicio físico como, por ejemplo, acelerómetros. En relación a esto y en último lugar, la introducción de una variable de control de la capacidad aeróbica a través de la medida, por ejemplo, del consumo máximo de oxígeno. Por tanto, aunque los resultados de este estudio son coherentes con la evidencia científica, muchas cuestiones permanecen aún por ser aclaradas en la relación entre ejercicio físico y atención. Por ejemplo, no se ha conseguido resolver la cuestión sobre cuáles son las características del ejercicio físico más adecuadas para mejorar la atención en escolares, aunque se ha aportado evidencia sobre un tipo concreto de ellas.

A pesar de esto, los hallazgos de este estudio podrían contribuir a la consolidación de la evidencia científica disponible en escolares en el análisis de la relación entre ejercicio físico, condición física aeróbica y funcionamiento cognitivo (Dominguez-González, et al., 2018; Kao, et al., 2017; Lozano, et al., 2015; Rosa, et al., 2019b; Gallego, et al., 2015). Además, podrían ser interesantes ya que tal y como se ha establecido en la literatura científica, las primeras etapas de la vida son trascendentales en la maduración cerebral, siendo las distintas regiones cerebrales más sensibles a la adaptación de su estructura como consecuencia del efecto de la realización de ejercicio físico aeróbico de moderada a vigorosa intensidad, el cual puede ayudar a la neuroplasticidad de un órgano en proceso de desarrollo (Chaddock, et al., 2012; Fernandes, et al., 2016).

Se concluye que la realización de una sesión de ejercicio físico aeróbico de corta podría favorecer el incremento de la atención selectiva y el control inhibitorio en escolares de primaria. Además, la realización en menor tiempo de un ejercicio físico como la prueba de la milla se asocia con mayores niveles de atención selectiva. Sería interesante estudiar dentro de la jornada lectiva la intensidad y duración más adecuadas del ejercicio físico requerido para inducir mayores beneficios tanto atencionales como cognitivos, interrumpiendo lo menos posible la dinámica escolar.

Aplicaciones prácticas

Este estudio podría tener implicaciones prácticas a tener en cuenta no solo por docentes, pedagogos y psicólogos sino también por las instituciones educativas y las familias. Tal y como se establece en la literatura científica previa, la realización de ejercicio físico habitual puede mejorar tanto la función física como el rendimiento cognitivo. Podría incorporarse a los debates sobre las reformas educativas la incorporación durante la jornada lectiva de pausas basadas en la realización de un ejercicio físico (pausas activas), que podría tener un carácter lúdico, de tipo aeróbico y de moderada-vigorosa intensidad. En este sentido, los hallazgos de este trabajo sugieren que sería interesante incorporar al ámbito educativo al menos dos periodos diarios de ejercicio físico con la finalidad de incrementar el rendimiento cognitivo de los escolares (Domínguez-Sánchez, et al., 2018; Gallego, et al., 2015; Ortiz & Ramírez, 2020). En la educación obligatoria se podrían realizar pausas activas de entre 5 y 10 minutos de duración en cada una de las sesiones de la jornada lectiva. En función de la hora lectiva esta pausa se podría orientar a la realización de estiramientos dinámicos y juegos de carrera (por ejemplo, un proyecto interesante y sencillo es «la milla diaria») o al empleo de aplicaciones como GonoOde que permiten al alumnado realizar bailes, yoga u otros ejercicios físicos guiados mejorando también su nivel de atención. Todos estos ejercicios podrían mejorar el nivel de atención, el rendimiento académico y la salud relacionada con la condición física.

Referencias

- Altenburg, T., Chinapaw, M., & Singh, A. (2016). Effects of one versus two bouts of moderate intensity physical activity on selective attention during a school morning in Dutch primary schoolchildren: A randomized controlled trial. *Journal of Science and Medicine in Sport, 19*(10), 820-824. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.12.003>
- Ato, M., López, J. J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología, 29*, 1038-1059. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Barbosa, S. H., & Urrea, A. M. (2018). Influencia del deporte y la actividad física en el estado de salud físico y mental: una revisión bibliográfica. *Katharsis, 25*, 141-160.
- Berrios-Aguayo, B., Latorre-Román, P. Á., Salas-Sánchez, J., & Pantoja Vallejo, A. (2018). Efecto Agudo en la Atención de Niños de 12 a 14 Años de una Clase de Educación Física. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación – e Avaliação Psicológica. RIDEP, 49*(4), 121-129. <https://doi.org/10.21865/ridep49.4.10>
- Buck, S. M., Hillman, C. H., & Castelli, D. M. (2008). The relation of aerobic fitness to stroop task performance in preadolescent children. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 40*, 166-172. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318159b035>
- Castro-Piñero, J., Ortega, F. B., Mora, J., Sjöström, M., & Ruiz, J. R. (2011). Criterion related validity of 1/2 mile run-walk test for estimating VO2 peak in children aged 6–17 years. *International journal of sports medicine, 30*(05), 366-371. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1105934>
- 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. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.647706>
- Chen, W., Zhang, Z., Callaghan, B., LaChappa, L., Chen, M., & He, Z. (2017). Acute Effects of Aerobic Physical Activities on Attention and Concentration in School-aged Children. *Biomed J Sci & Tech Res, 1*(5).
- Crespo-Eguilaz, N., Narbona, J., Peralta, F., & Repáraz, R. (2006). Medida de atención sostenida y del control de la impulsividad en niños: nueva modalidad de aplicación del Test de Percepción de Diferencias «Caras». *Infancia y Aprendizaje, 29*(2), 219-232. <https://doi.org/10.1174/021037006776789926>
- de Greeff, J. W., Bosker, R. J., Oosterlaan, J., Visscher, C., & Hartman, E. (2018). Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport, 21*(5), 501-507. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.595>
- Domínguez-González, F., Moral-Campillo, L., Reigal, R. E., & Hernández-Mendo, A. (2018). Condición física y atención selectiva en una muestra preadolescente. *Cuadernos de Psicología del Deporte, 18*(2), 33-42.
- Domínguez-Sánchez, M.A., Alarcón-Malagón, F. K., García-Flórez, J. J., & Velandia-Guillén, E. S. (2018). Práctica aguda de actividad física y capacidad atencional en niños y adolescentes. Revisión de ensayos clínicos aleatorizados. [Acceso: 20 de febrero de 2019]. Disponible en <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/33738>.
- Dutke, S., Jaitner, T., Berse, T., & Barenberg, J. (2014). Acute physical exercise affected processing efficiency in an auditory attention task more than processing effectiveness. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 36*(1), 69-79. <https://doi.org/10.1123/jsep.2013-0044>
- Fernandes, V. R., Scipião, M.L., Melo, T., de Tarso, P., Guimaraes, T. T., Araújo, N. ... Deslandes, A.C. (2016). Motor coordination correlates with academic achievement and cognitive function in children. *Frontiers in Psychology, 7*, 318. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00318>
- Flores, E., Maureira, F., Díaz, H., Navarro, B., Gavotto, O., & Matheu, A. (2019). Efectos de una sesión de ejercicio físico sobre la actividad neurofisiológica durante la resolución de una prueba de atención selectiva. *Retos, 36*, 391-397. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v68n4.76046>
- Folgado dos Santos, J.M., Duarte, J.M.P., Matos, J.J., da Silva, M.A, de Almeida, S.A. & Rebelo, L.A.C. (2020). The attention of students during physical education class based on academic performance. *Retos, 38*, 222-228.
- Galán-López, P., Gísladóttir, T. & Ries, F. (2020). Adherencia a la Dieta Mediterránea, Motivos para la Práctica de Ejercicio Físico y Composición Corporal en Adolescentes Islandeses: The AdolesHealth Study. *Retos, 38*, 552-559.
- Gallego, V., Hernández-Mendo, A., Reigal, R. E., & Juárez, R. (2015). Efectos de la actividad física sobre el funcionamiento cognitivo en preadolescentes. *Apunts Educación Física y Deportes, (121)*, 20-27. <https://doi.org/10.5672/>

- apunts.2014-0983.es.(2015/3).121.03
- Gallotta, M. C., Emerenziani, G. P., Franciosi, E., Meucci, M., Guidetti, L., & Baldari, C. (2015). Acute physical activity and delayed attention in primary school students. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 25(3), e331-e338. <https://doi.org/10.1111/sms.12310>
- García-Cantó, E., Carrillo-López, P. J., & Rosa, A. (2019). Análisis de la actividad física en escolares de la región de Murcia. *EmasF, Revista Digital de Educación Física*, 57(2), 105-117. <https://doi.org/10.24310/riccafd.2020.v9i2.7155>
- Gunnell, K. E., Poitras, V. J., LeBlanc, A., Schibli, K., Barbeau, K., Hedayati, N. ... Tremblay, M. S. (2018). Physical activity and brain structure, brain function, and cognition in children and youth: A systematic review of randomized controlled trials. *Mental Health and Physical Activity*, 16, 105-127. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2018.11.002>
- Harris, D. J., & Atkinson, G. (2013). Ethical standards in sport and exercise science research: 2014 update. *International Journal of Sports Medicine*, 34(12), 1025-1028. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1358756>
- Hogan, M., Kiefer, M., Kubesch, S., Collins, P., Kilmartin, L., & Brosnan, M. (2013). The interactive effects of physical fitness and acute aerobic exercise on electrophysiological coherence and cognitive performance in adolescents. *Experimental Brain Research*, 229(1), 85-96. <https://doi.org/10.1007/s00221-013-3595-0>
- Hötting, K., & Röder, B. (2013). Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(9), 2243-2257. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.04.005>
- Janssen, M., Chinapaw, M. J. M., Rauh, S. P., Toussaint, H. M., Van Mechelen, W., & Verhagen, E. A. L. M. (2014). A short physical activity break from cognitive tasks increases selective attention in primary school children aged 10–11. *Mental health and physical activity*, 7(3), 129-134. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2014.07.001>
- Kao, S. C., Drollette, E. S., Scudder, M. R., Raine, L. B., Westfall, D. R., Pontifex, M. B., & Hillman, Ch.H. (2017). Aerobic fitness is associated with cognitive control strategy in preadolescent children. *Journal of motor behavior*, 49(2), 150-162. <https://doi.org/10.1080/00222895.2016.1161594>
- Llorens, F., Sanabria, D., & Huertas, F. (2015). The influence of acute intense exercise on exogenous spatial attention depends on physical fitness level. *Experimental Psychology*, 62(1), 20-29. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000270>
- Lozano, J. H., Capote, E., & Fernández, M. P. (2015). Convergent validity of the measures of attention and impulsivity in the Trees: Simple Visual Discrimination Test (DiViSA-UAM). *Anales de psicología*, 31(1), 74-83. <https://doi.org/10.6018/analesps.31.1.161371>
- Maureira, F. (2016). Plasticidad sináptica, BDNF y ejercicio físico. *EmasF. Revista digital de Educación Física*, 40, 51-63.
- Maureira, F., & Flores, E. (2017). Efectos del ejercicio físico sobre la atención: una revisión de los últimos años. *Revista de Ciencias de la Actividad Física: UCM*, 18(1), 73-83. <https://doi.org/10.29035/rcaf.18.2.10>
- Maureira, F., Bravo, P., Aguilera, N, Bahamondes, V., & Véliz, C. (2019). Relación de la composición corporal, las cualidades físicas y funciones cognitivas en estudiantes de educación física. *Retos*, 36, 103-106.
- Maureira, F., Díaz, H., Flores, E., Gavotto, O., & Hadweh, M. (2020). Variaciones de las dinámicas no lineales de las ondas gamma durante la resolución de una prueba de atención tras la aplicación de ejercicio físico. *Retos*, 37, 320-325. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v68n4.76046>
- Monteoliva, J. M., Carrada, M. A., & Ison, M. S. (2017). Test de percepción de diferencias: Estudio normativo del desempeño atencional en escolares argentinos. *Interdisciplinaria*, 34(1), 39-56. <https://doi.org/10.16888/interd.2017.34.1.3>
- Monteoliva, J.M., Ison, M.S., & Pattini, A.E. (2014). Evaluación del desempeño atencional en niños: Eficacia, eficiencia y rendimiento. *Interdisciplinaria*, 31(2), 213-225. <https://doi.org/10.16888/interd.2014.31.2.2>
- Organización Mundial de la Salud (2019). Obesity and overweight. Ginebra: OMS, 2019. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- Ortiz, R. & Ramírez, M.L. (2020). Actividad física, cognición y rendimiento escolar: una breve revisión desde las neurociencias. *Retos*, 38, 868-878.
- Palmer, K., Miller, M., & Robinson, L. (2013). Acute exercise enhances preschoolers' ability to sustain attention. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 35(4), 433-437. <https://doi.org/10.1123/jsep.35.4.433>
- Perciavalle, V., Marchetta, N., Giustiniani, S., Borbone, C., Perciavalle, V., Petralia, M. ... Marianella, C. (2016). Attentive processes, blood lactate and CrossFit®. *Physician and Sportsmed*, 44(4), 403-406. <https://doi.org/10.1080/00913847.2016.1222852>
- Pérez, L., Padilla, C., Parmentier, F.B.R., & Andrés, P., (2014). The Effects of Chronic Exercise on Attentional Networks. *PLoS ONE* 9(7), e101478. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101478>
- Pérez-Lobato, R., Reigal, R.E., & Hernández-Mendo, A. (2016). Relationships between physical activity, fitness and attention in an adolescent sample. *Revista de Psicología del Deporte*, 25(1), 179-186.
- Pindus, D. M., Drollette, E. S., Raine, L. B., Kao, S. C., Khan, N., Westfall, D. R., ... Hillman, Ch. H. (2019). Moving fast, thinking fast: The relations of physical activity levels and bouts to neuroelectric indices of inhibitory control in preadolescents. *J Sport Health Sci*, 8, 301-14. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2019.02.003>
- Piña, D.A., Ochoa-Martínez, P.Y., Hall-López, J.A., Reyes, Z.E., Alarcón, E.I., Monreal, L.R. & Sáenz-López, P. (2020). Efecto de un programa de educación física con intensidad moderada vigorosa sobre el desarrollo motor en niños de preescolar. *Retos*, 38, 363-368. <https://doi.org/10.15359/mhs.16-2.2>
- Raine, L. B., Kao, S. C., Pindus, D., Westfall, D. R., Shigeta, T. T., & Logan, N. (2018). A large-scale reanalysis of childhood fitness and inhibitory control. *Journal of Cognitive Enhancement*, 2(2), 170-192. <https://doi.org/10.1007/s41465-018-0070-7>
- Reloba-Martínez, S., Reigal-Garrido, R.E., Hernández-Mendo,

- A., Martínez-López, E. J., Martín-Tamayo, I., & Chiroso-Ríos, L.J. (2017). Efectos del ejercicio físico extracurricular vigoroso sobre la atención de escolares. *Revista de psicología del deporte*, 26(2), 29-36. <https://doi.org/10.4321/s1578-84232015000300008>
- Rodríguez, M.C., Quintero, E.A., Castro, R., & Castro, F.M. (2008). Diseño y pilotaje de un programa de ejercicios físico-lúdicos para estimular la atención en niños de 8 a 10 años. *Revista Iberoamericana de Educación*, 47, 1-25. <https://doi.org/10.1590/s0036-36342008001000005>
- Rodríguez, J., Iglesias, A. & Molina, J. (2020). Evaluación de la práctica de actividad física, la adherencia a la dieta y el comportamiento y su relación con la calidad de vida en estudiantes de Educación Primaria. *Retos*, 38, 129-136. <https://doi.org/10.24310/riccafd.2020.v9i2.7155>
- Rosa, A. García-Cantó, E., & Carrillo-López, P. J. (2018a). Percepción de salud, actividad física y condición física en escolares. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 18(3), 179-189. <https://doi.org/10.24310/riccafd.2020.v9i2.7155>
- Rosa, A. (2019). Análisis de la relación entre salud, ejercicio físico y condición física en escolares y adolescentes. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, 20(1), 1-15. <https://doi.org/10.29035/rcaf.20.1.1>
- Rosa, A., García-Cantó, E., & Carrillo-López, P. J. (2019a). Actividad física, condición física y autoconcepto en escolares de 8 a 12 años. *Retos*, 35, 236-241. <https://doi.org/10.20960/nh.813>
- Rosa, A., García-Cantó, E., & Carrillo-López, P. J. (2019b). Capacidad aeróbica y el nivel de atención en escolares de educación primaria. *Retos*, 35, 36-41.
- Rosa, A., García-Cantó, E., & Carrillo-López, P. J. (2019c). Capacidad aeróbica y rendimiento académico en escolares de educación primaria. *Retos*, 35, 351-354.
- Rosa, A., García-Cantó, E., & Pérez-Soto, J. J. (2018b). Condición física y bienestar emocional en escolares de 7 a 12 años. *Acta Colombiana de Psicología*, 21(2), 282-291. <https://doi.org/10.14718/acp.2018.21.2.13>
- Schmidt, M., Bezing, V., & Kamer, M. (2016). Classroom-Based Physical Activity Breaks and Children's Attention: Cognitive Engagement Works! *Frontiers in Psychology*, 4(7), 1474. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01474>
- Schmidt, M., Egger, F., & Conzelmann, A. (2015). Delayed positive effects of an acute bout of coordinative exercise on children's attention. *Perceptual and Motor Skills*, 121(2), 431-446. <https://doi.org/10.2466/22.06.pms.121c22x1>
- Stroth, S., Kubesch, S., Dieterle, K., Ruchow, M., Heim, R., & Kiefer, M. (2009). Physical fitness, but not acute exercise modulates event-related potential indices for executive control in healthy adolescents. *Brain research*, 1269, 114-124. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.02.073>
- Thurstone, L. L., & Yela, M. (1985). *Test de percepción de diferencias (Caras) [Differences perception test (Faces)]*. Madrid: TEA Ediciones.
- Thurstone, L. L., & Yela, M. (2012). *CARAS. Test de percepción de diferencias*. Madrid: TEA Ediciones.
- Tine, M. (2014). Acute aerobic exercise: an intervention for the selective visual attention and reading comprehension of low-income adolescents. *Frontiers in Psychology*, 5, 575. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00575>
- Tsai, C., Chen, F., Pan, C., Wang, C., Huang, T., & Chen, T. (2014). Impact of acute aerobic exercise and cardiorespiratory fitness on visuospatial attention performance and serum BDNF levels. *Psychoneuroendocrinology*, 41, 121-31. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2013.12.014>
- Verloigne, M., Veitch, J., Carver, A., Salmon, J., Cardon, G., De Bourdeaudhuij, I., & Timperio, A. (2014). Exploring associations between parental and peer variables, personal variables and physical activity among adolescents: a mediation analysis. *BMC public health*, 14(1), 966. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-966>
- Westfall, D. R., Kao, S. C., Scudder, M. R., Pontifex, M. B., & Hillman, C. H. (2017). The association between aerobic fitness and congruency sequence effects in preadolescent children. *Brain and cognition*, 113, 85-92. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2016.12.005>
- Wilson, A., Olds, T., Lushington, K., Petkov, J., & Dollman, J. (2016). The impact of 10-minute activity breaks outside the classroom on male students' on-task behaviour and sustained attention: a randomised crossover design. *Acta Paediatrica*, 105(4), e181-188. <https://doi.org/10.1111/apa.13323>
- World Medical Association (2013). Declaration of Helsinki Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA*, 310(20), 2191-2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>

