



Cómo citar este artículo:

Suárez-Manzano, S., Ruiz-Ariza, A., Lopez-Serrano, S., Martínez López, E.J. (2017). Efecto agudo del ejercicio sobre la impulsividad y estado de ansiedad, en escolares de 6-12 años con trastorno por déficit de atención e hiperactividad: Revisión sistemática. *MLS-Educational Research*, 1 (1), 39-52. DOI: 10.29314/mlser.v1i1.21

EFFECTO AGUDO DEL EJERCICIO FÍSICO SOBRE LA IMPULSIVIDAD Y ESTADO DE ANSIEDAD, EN ESCOLARES DE 6-12 AÑOS CON TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD: REVISIÓN SISTEMÁTICA

Sara Suarez-Manzano

<http://orcid.org/0000-0002-8753-240X>

Alberto Ruiz-Ariza

<http://orcid.org/0000-0003-0351-1490>

Sebastian López-Serrano

Emilio J. Martínez López

<http://orcid.org/0000-0001-9412-5207>

Universidad de Jaén

Resumen. Introducción: El objetivo de esta revisión fue analizar el efecto de la práctica de la ejercicio físico sobre el comportamiento en escolares (6 - 12 años) con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH). **Método:** Se hizo una búsqueda bibliográfica en tres bases de datos (búsqueda inicial n = 92: PubMed n = 22, SportDiscus n = 63, Web of Science n = 7), desde enero de 2000 hasta junio de 2017. **Resultados:** Un total de tres estudios longitudinales con intervención cumplieron los criterios de inclusión, evaluados como de alta calidad. Todos los estudios emplearon carrera durante al menos 25-30 minutos, a intensidad de moderada a vigorosa controlando la frecuencia cardiaca y técnica de ejecución por especialistas. Todos mostraron que el ejercicio al comienzo de clase mejora el comportamiento en niños diagnosticados TDAH, además de otras variables claves para el rendimiento académico, como son la atención y la memoria. **Discusión:** Una activación intencionada previa al comienzo de la jornada escolar, mediante carrera a intensidad moderada a vigorosa, mejora el comportamiento de los alumnos, se logra un mejor ambiente en el aula y se evitan conflictos. Se necesitan más investigaciones para aclarar el posible papel clave de la intensidad y duración del ejercicio, así como la duración de estos beneficios.

Palabras clave: Ejercicio Físico, comportamiento, colegio, revisión.

ACUTE EFFECT OF PHYSICAL EXERCISE ON THE IMPULSIVITY AND STATE OF ANXIETY, IN 6-12 YEARS SCHOOLCHILDREN WITH ATTENTION DEFICIT AND HYPERACTIVITY DISORDER: SYSTEMATIC REVIEW

Abstract. Introduction: The objective of this review was to analyze the effect of physical exercise on behavior in schoolchildren (6-12 years old) with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). **Method:** For this, a bibliographic search was made in three databases (initial search n = 92: PubMed n = 22, SportDiscus n = 63, Web of Science n = 7), from January 2000 to June 2017. **Results:** A total of three longitudinal studies with intervention met the inclusion criteria, assessed as high quality. All studies employed running for at least 25-30 minutes at moderate to vigorous intensity controlling heart rate and technique by specialists. All showed that exercise at the beginning of the class improves behavior in children diagnosed ADHD, in addition to other key variables for academic performance, such as attention and memory. **Discussion:** We can conclude that active displacement or previous intentional activation through a moderate to vigorous intensity run before the beginning of the school day improves the behavior of the students, a better classroom environment is achieved and conflicts are avoided. Further research is needed to clarify the potential key role of exercise intensity and duration, as well as the duration of these benefits.

Keywords: Physical Exercise, behaviour, school, review.

Introducción

Actualmente es común encontrar alumnos con dificultades de aprendizaje en el aula. Entre las más comunes encontramos el Trastorno por Déficit de Atención y/o Hiperactividad (TDAH), un trastorno del neurodesarrollo caracterizado por presentar un patrón persistente de inatención y/o hiperactividad-impulsividad que interfiere con el funcionamiento o desarrollo de las capacidades sociales y académicas/laborales (DSM5, 2013). Es diagnosticado en cerca del 5% de los niños y adolescentes, sin encontrar diferencias entre edades (Polanczyk, Salum, Sugaya, Caye & Rohde, 2015). El TDAH se asocia a déficits en las funciones ejecutivas __memoria de trabajo, planificación y organización mental, atención y control del comportamiento (Diamond, 2013)__ y principalmente a condiciones psiquiátricas como la oposición/negativa desafiante y bajo estado de ánimo o ansiedad (Van der Oord, Prins, Oosterlaan & Emmelkamp, 2008). En la etapa preescolar, entre los tres y seis años, los comportamientos disruptivos como los berrinches, la búsqueda de atención, el incumplimiento y la hiperactividad, pueden estar relacionados con el rechazo de los compañeros y el bajo rendimiento académico en los años de la escuela primaria (Egger & Angold, 2006). También durante la etapa infantil la presencia de conductas agresivas y antisociales se relacionan con futuros problemas de conducta grave y delincuencia en la etapa adulta (Broidy et al., 2013).

Existen principalmente dos tipos de tratamientos para niños diagnosticados TDAH, la modificación de conducta y el farmacológico. En algunos casos el tratamiento farmacológico presenta efectos secundarios o no es efectivo en variables comportamentales, por lo que se opta por el tratamiento de modificación de conducta. Consiste en terapias con psicólogos especialistas que les enseñan a controlar la impulsividad y agresividad. Así al lograr el control emocional son capaces de aprovechar sus capacidades perceptivas y obtener mayor rendimiento en sus tareas (Watson, Richels, Michalek & Raymer, 2015). Sin embargo, Chronis et al. (2004) observaron que los beneficios de los tratamientos de modificación de conducta tampoco son efectivos en la totalidad de los casos y presentan desventajas como pérdida de efectividad a lo largo del tiempo e importantes tasas de abandono de tratamiento. Por otro lado, es conocido que a nivel fisiológico-estructural, los niños diagnosticados TDAH

presentan déficit de neurotransmisores y dopamina en el lóbulo central estriado (Sharma & Couture, 2014), por ello la mayoría de los ellos a partir de los seis años reciben tratamiento farmacológico, basado en estimulantes como metilfenidato y anfetaminas que actúan elevando los niveles de dopamina en el cerebro mejorando además las funciones ejecutivas (Hodgkins, Shaw, Coghill & Hechtman, 2012).

Kim et al. (2011) observaron en ratas que el ejercicio de carrera __30 minutos/ días x 5 días/semana x 28 días__ al igual que el metilfenidato mejoraron la hiperactividad inducida por el TDAH y el deterioro de la memoria del aprendizaje a través de la mejora de la síntesis de dopamina y la expresión del factor neurotrófico derivado del cerebro evidencian que la práctica deportiva o ejercicio físico aumenta los niveles de dopamina y norepinefrina en el cerebro. Ya en humanos, Wigal et al., (2003) observaron que la práctica de ejercicio físico produce la liberación de dopamina en la corteza prefrontal y los ganglios basales. Además resultados de estudios transversales y longitudinales con intervención mediante entrenamientos de carácter aeróbico muestran que tienen efectos antidepresivos y ansiolíticos, y protege contra las consecuencias nocivas del estrés (Salmon, 2001).

Sin embargo, y en el conocimiento de los autores de este estudio, aún no se han analizado los estudios que evalúan el efecto de realizar ejercicio físico a través por ejemplo de carrera, previo a la jornada escolar sobre el comportamiento de niños (6 -12 años) diagnosticados TDAH por especialistas clínicos. La mayoría de los trabajos se centran en conocer el efecto de la actividad física sobre el rendimiento cognitivo (Cornelius, Fedewa, & Ahn, 2017; Grassmann, Alves, Santos-Galduroz, & Galduroz, 2014).

Por tanto, la pregunta que nos planteamos en esta revisión ha sido la siguiente: “¿La carrera previa a la jornada escolar podría mejorar el comportamiento de los niños TDAH en el centro escolar?”. Este trabajo de revisión está centrado en niños, debido a que el primer diagnóstico fiable de trastorno TDAH puede realizarse a partir de los seis años, etapa en la que los conflictos escolares y la dependencia se asocian con malos resultados académicos y problemas conductuales en años futuros (Hamre & Pianta, 2001).

Método

El método seguido para este estudio fue la revisión sistemática. En un primer momento, se determinaron los motores de búsqueda y criterios de selección. Seguidamente, cada uno de los autores realizó la búsqueda individualmente. Se pusieron en común los resultados obtenidos, se descartaron aquellos artículos duplicados que no cumplían los límites de búsqueda a nivel de título o resumen. Finalmente, siguiendo los criterios de selección, se escogieron mediante consenso, todos los artículos que se incluirían en el trabajo y se realizó la tabla resumen en la que se recogen los aspectos principales de cada artículo.

Límites de búsqueda

La búsqueda se realizó en tres bases de datos (PubMed, SportDiscus y Web of Science). Las fechas de búsqueda fueron: enero 2000-julio 2017. Las revistas debían tener revisión por pares e indexadas en ISI, con publicación de trabajos en lengua inglesa. Los términos empleados para la búsqueda fueron:

- Race, running, walking, treadmill, cardiovascular exercise, active displacement.
- Attention-deficit hyperactivity disorder, ADHD, attention deficit disorder, ADD.

- Children, childhood, school-age youth, student.
- Behaviour, behavior, mood, conflicts.

En la Tabla 1 se muestran las estrategias de búsqueda seguidas en cada una de las bases de datos, así como los filtros empleados y los artículos obtenidos en cada una de las búsquedas.

Tabla 1
Estrategia de búsqueda en las bases de datos

| Base de datos | Estrategia de búsqueda | Límites | Resultados |
|---------------------|---|--|------------------------|
| PubMed | Search (((("physical activity" OR "exercise" OR "Race" OR "running" OR "walking" OR "treadmill" OR "cardiovascular exercise" OR "active displacement")) AND ("Attention-deficit hyperactivity disorder" OR "ADHD" OR "attention deficit disorder" OR "ADD")) AND ("Children" OR "childhood" OR "school-age youth" OR "student")) AND ("Behaviour" OR "behavior" OR "mood" OR "conflicts") Filters: Clinical Trial; Full text; Publication date from 2000/01/01 to 2017/06/31; Humans | Publicación desde 2000/01/01 hasta 2017/06/31 -humanos, niños: 6 -12 años -idioma inglés | 22 artículos filtrados |
| SportDiscus (EBSCO) | ("physical fitness" OR "physical activity" OR "physical education" OR "fitness" OR "exercise", "physical exercise" OR "acute exercise" OR "chronic exercise" OR "healthy exercise" OR "aerobic exercise" OR "resistance exercise" OR "anaerobic exercise") AND ("attention deficit hyperactivity disorder" OR "ADHD") AND ("attention deficit hyperactivity disorder" OR "ADHD" OR "attention deficit disorder") AND ("children" OR "childhood" OR "school-age youth" OR "adolescent" OR "teenagers" OR "student" OR "school" OR "high school") | Publicación desde 2000/01/01 hasta 2017/06/31 -humanos, niños: 6 -12 años -idioma inglés | 63 artículos filtrados |
| Web of Science | Title: ((("physical fitness" OR "physical activity" OR "physical education" OR "fitness" OR "exercise", "physical exercise" OR "acute exercise" OR "chronic exercise" OR "healthy exercise" OR "aerobic exercise" OR "resistance exercise" OR "anaerobic exercise")) AND Title: (("attention deficit hyperactivity disorder" OR "ADHD" OR "attention deficit disorder")) AND Title: (("children" OR "childhood" OR "school-age youth" OR "adolescent" OR "teenagers" OR "student" OR "school" OR "high school")) | Publicación desde 2000/01/01 hasta 2017/06/31 -humanos, niños: 6 -12 años -idioma inglés | 7 artículos filtrados |

Criterios de selección

Los estudios seleccionados para incluir en este trabajo fueron contrastados con los siguientes criterios:

- Informe completo publicado en una revista revisada por pares.
- La población del estudio fueron niños diagnosticados TDAH (6 - 12 años).
- El estudio incluyó trabajos escritos en inglés.
- El estudio utilizó un diseño con intervención previo a la jornada escolar.
- Se midieron variables de comportamiento con herramientas válidas y fiables.

- No existen criterios de exclusión con respecto al origen étnico.

Evidencia del nivel de calidad

Todos los artículos incluidos en este trabajo son de alta calidad (ver tabla 2). Cumplen los criterios de calidad que se establecieron basados en otras listas de evaluación estandarizadas (Ruiz-Ariza, Grao-Cruces, de Loureiro & Martínez-López, 2017) y sobre nuestros criterios de inclusión. La lista incluyó seis ítems sobre diseño, población, intervención, medidas e informe de resultados. Cada ítem fue calificado como "0" (no se cumplía o no estaba claro), "1" (se informó moderadamente) o "2" (se informó completamente). Para todos los estudios, se calculó la puntuación total contando el número de ítems positivos (puntuación total entre 0 y 12). Se construyeron tres niveles de evidencia. Los estudios se definieron como de Calidad Baja (CB) si tenían una puntuación inferior a cinco. Una puntuación total de cinco a ocho se definió como de Calidad Media (CM), y una puntuación de entre nueve y doce se definió como de Calidad Alta (CA). Todos los artículos incluidos en esta revisión sistemática son de CA, ver Tabla 2.

Tabla 2

Lista de estudios incluidos con puntuaciones de calidad

| Autores | A | B | C | D | E | F | Puntuación Total | Nivel de calidad |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|------------------|------------------|
| Tantillo et al. (2002) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 12 | CA |
| Chang et al. (2012) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 12 | CA |
| Hung et al. (2016) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 12 | CA |

Nota: Calidad Alta (CA)= 9–12. A. Estudio publicado al completo en una revista revisada por pares. B. La población estudiada fue niños escolarizados (6 -12 años) diagnosticada TDAH. C. Se describieron claramente los resultados referentes a la variable atención. D. La intervención se realizó mediante marcha/carrera previa a la jornada escolar. E. Medición de variables comportamentales con herramientas válidas y fiables. F. No existen criterios de exclusión con respecto al origen étnico y no se incluyeron alumnos que presentaran otro tipo de dificultades de aprendizaje o problemas neurocognitivos.

Resultados

En el diagrama de flujo de resultados del proceso de revisión se muestra en la Figura 1. En la búsqueda principal se obtuvieron 92 artículos. Se eliminaron 24 al tratarse de artículos duplicados, quedando 92. En el siguiente paso se desestimaron 65, basándonos en la información aportada por el título o resumen, no cumplir los criterios de inclusión, o no encontrar el texto completo. Así, tres estudios fueron revisados con los criterios de selección, leyendo más a fondo los textos completos que cumplieron al 100% los criterios de selección (Chang, Liu, Yu & Lee, 2012; Hung, Huang, Tsai, Chang & Hung 2016; Tantillo, Kesick, Hynd & Dishman, 2002).

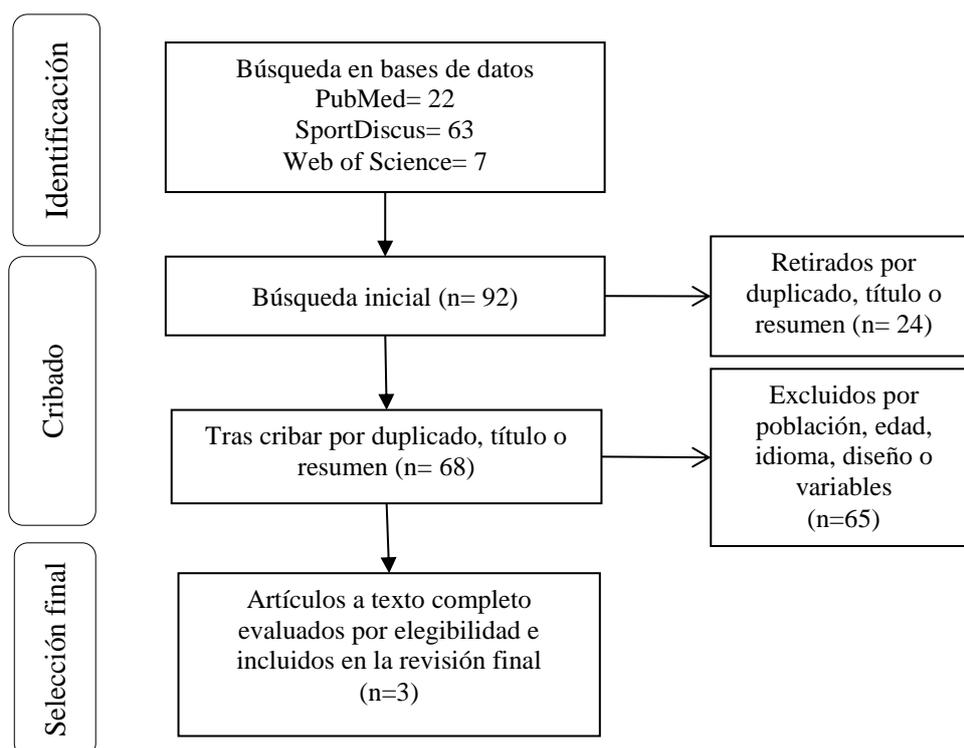


Figura 1. Proceso de selección de artículos.

En este trabajo de revisión se han incluido tres artículos, todos ellos con diseño de intervención, asignando a los participantes de forma aleatoria en los diferentes grupos o condiciones. Todos ellos evalúan el efecto de una intervención de carrera a intensidad de moderada a vigorosa controlada por frecuencia cardiaca, sobre un tapiz rodante, siendo la actividad controlada por un especialista de ciencias de la actividad física y deporte. Se evaluaron antes e inmediatamente después de la intervención diferentes variables de comportamiento. Los niños que participaron en los diferentes estudios fueron diagnosticados por psicólogos clínicos especialistas utilizando las herramientas DSM-III-R (Tantillo et al., 2002) o DSM-IV (Chang et al., 2012; Hung et al., 2016).

Esta revisión incluye datos de 117 participantes, de los cuales 25 fueron chicas (29.25%) y 92 fueron chicos (70.75%), siendo el tamaño muestral de los diferentes estudios de entre 34 (Hung et al., 2016) y 43 (Tantillo et al., 2002) participantes. Los estudios se han realizado en dos países diferentes: dos en China (Chang et al., 2012; Hung et al., 2016) y uno en Georgia (Tantillo et al., 2002).

Tabla 3

Tres trabajos de los últimos 17 años que evalúan el efecto de la carrera a intensidad de moderada a vigorosa en el comportamiento en niños diagnosticados TDAH

| Autor y año | Diseño de estudio/ Diagnóstico/ Intervención | Muestra/ Edad/ País | Grupos | Medidas/ Momento de medición | Resultados |
|-------------|--|---------------------------|--------|------------------------------------|------------|
|-------------|--|---------------------------|--------|------------------------------------|------------|

| | | | | | |
|------------------------|---|--|--|---|--|
| Tantillo et al. (2002) | Intervención/ Diagnóstico DSM-III-R/ 1 día antes de la jornada escolar | 43 chicos (22 chicas)/ 8-12/ Georgia | 2 grupos: GE-TDAH (N = 18): 5-25min carrera en tapiz rodante(65-75% VO2máx) GC-noTDAH (n = 25): no ejercicio | STAI-C/ Pre-post | GE mejoró el comportamiento, disminuyó la ansiedad estado y la ansiedad rasgo frente a GC. GC no experimentó cambio en comportamiento. |
| Chang et al. (2012) | Intervención/ Diagnóstico DSM-IV/ 1 día antes de la jornada escolar | 40 chicos (3 chicas)/ 8-13/ China | 2 grupos: GE: 30min carrera en tapiz (50-70% FCM) GC: no ejercicio | Observación por el docente Stroop y WCST/ Pre-post | GE disminuyó comportamientos impulsivos y flexibilidad cognitiva frente a GC. GC no experimentó cambio en comportamiento. |
| Hung et al. (2016) | Intervención/ Diagnóstico DSM-IV/ 1 día antes de la jornada escolar | 34 chicos/ 8-12/ China | 2 condiciones: GE: 30min carrera en tapiz (50-70% FCM) GC: no ejercicio | Versión china del test ADHD Versión china del test CBCL/ Pre-post | GE mejoró comportamiento y síntomas característicos del diagnóstico TDAH frente a GC. GC no experimentó cambio en comportamiento. |

Nota: CBCL = Child Behavior Checklis. DSM = Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. FCM = Frecuencia Cardiaca Máxima. GC = Grupo Control. GE = Grupo Experimental. IOWA = STAI-C = State-Trait Anxiety Inventory for Children. TDAH = Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad. VO2máx = Volumen máximo de oxígeno. WCST = Wisconsin Card Sorting Test.

Evaluación del comportamiento

La manifestación de comportamientos de oposición/negativa, desafiante, bajo estado de ánimo y altos niveles de ansiedad son típicos en niños de entre seis y 12 años diagnosticados como hiperactivos/desatentos (Van der Oord, Prins, Oosterlaan & Emmelkamp, 2008). Los estudios seleccionados evaluaron el comportamiento de los alumnos mediante la utilización de las pruebas STAI-C, observación por el docente durante la jornada y durante la realización de las pruebas Stroop y WCST, versión china del test ADHD y la versión china del test CBCL, se obtuvieron datos sobre sociabilidad, oposición, conducta desafiante, nivel de ansiedad y riesgo de depresión.

Efecto de la carrera de intensidad moderada a vigorosa sobre el comportamiento

Un total de tres estudios analizaron el efecto inmediato de la carrera de intensidad moderada a vigorosa sobre el comportamiento (Chang et al., 2012; Hung et al., 2016; Tantillo et al., 2002). Todos ellos llevaron a cabo una intervención de solo una sesión, evaluando el efecto a corto plazo del ejercicio físico previo a la jornada escolar. Todos los estudios realizaron las mediciones 24 o 48 horas después de cancelar la toma de medicación destinada a tratar los síntomas propios del TDAH.

El estudio de Tantillo et al. (2002) fue uno de los primeros trabajos que midieron el efecto del ejercicio físico sobre la cognición de niños diagnosticados TDAH, siendo por ello un referente en el ámbito de la cognición en niños con dificultades de aprendizaje. En su diseño distinguió un grupo control y un grupo experimental, los escolares del grupo control permanecieron sentados en las sillas de clase esperando, sin realizar movimientos y

conversando unos con otros, mientras que los alumnos del grupo experimental realizaron una carrera a intensidad submáxima sobre tapiz rodante, de tal modo que completaron los cinco primeros minutos a una intensidad baja de alrededor del 40% y a continuación incrementaron la velocidad de la cinta, y por tanto la intensidad de la carrera hasta alcanzar un consumo de oxígeno máximo de entre el 65-75% del VO₂ máximo. En los alumnos del grupo experimental descendió el nivel de ansiedad estado y ansiedad rasgo frente al grupo control, las mejoras fueron más notables en las chicas que en los chicos. Chang et al. (2012) distinguieron grupo control y grupo experimental, el grupo control visualizó sentado en las sillas un vídeo documental, mientras el grupo experimental empleando tapiz rodante realizó carrera a intensidad de moderada a vigorosa. La intensidad fue controlada mediante la utilización de monitor de frecuencia cardiaca, se reguló la velocidad para mantener la intensidad 50-70% de la frecuencia cardiaca máxima calculada mediante la fórmula de Karvonen, Kenthla y Mustala (1957). En el grupo experimental se redujo el nivel de impulsividad durante la realización de las pruebas, estas mejoras no fueron halladas en el grupo control. Hung et al. (2016) realizaron un estudio muy similar al de Chan et al (2012), y en su diseño en lugar de trabajar con dos grupos diferentes realizaron un contrabalanceo, de tal modo que el grupo original se dividió en dos subgrupos al azar. A uno le asignaron la condición control __ver vídeo documental durante 30 minutos__ y a otro la condición experimental __carrera sobre tapiz rodante durante 30 minutos, intensidad 50-70% de la frecuencia cardiaca máxima controlada mediante pulsometría__, pasada una semana, los participantes cambiaron de condición. Esta vez las mediciones se realizaron en el mismo horario y condiciones escolares, pero en un laboratorio en el que se pudo controlar posibles variables contaminantes como temperatura y ruido. Los escolares mejoraron los síntomas TDAH y comportamiento asociado tras la realización del ejercicio físico, no hubo cambios en la intervención de vídeo.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Flohr, Saunders, Evans y Raggi (2004) al pedalear en bicicleta estática durante 25 minutos antes de comenzar la jornada escolar a intensidad moderada, 40-50% VO₂ máximo, los participantes (90 chicos, 7 -11 años) mejoraron comportamiento durante las clases y realización de pruebas, mejorando además los resultados en los test que evaluaban cálculo y comprensión lectora.

Discusión y conclusión

Este trabajo de revisión ha analizado los estudios que evalúan los efectos de la carrera a intensidad de moderada a vigorosa sobre el comportamiento de los niños (6 - 12 años) diagnosticados TDAH. La búsqueda se limitó a tres bases de datos y a estudios publicados desde enero de 2000 hasta junio de 2017. Un total de tres artículos cumplieron los criterios de selección, todos usaron un diseño longitudinal de intervención sobre tapiz rodante previo a la jornada escolar, durante al menos 20-30 minutos y evidenciando alta calidad, siendo publicados en algunas de las revistas más relevantes del ámbito. La intensidad de ejercicio fue monitorizada mediante frecuencia cardiaca y controlada por especialistas en ciencias de la actividad física y el deporte. Los resultados han mostrado que la carrera incrementa mejora el comportamiento, disminuyendo impulsividad y estado de ansiedad (Chang et al., 2012; Hung et al., 2016; Tantillo et al., 2002). Además de contribuir positivamente en funciones ejecutivas y rendimiento académico. Ningún estudio reveló asociación negativa.

La escasez de estudios específicos con niños diagnosticados TDAH ha dificultado la posibilidad de hacer comparaciones directas. Trabajar con poblaciones con dificultades de aprendizaje y que presentan problemas comportamentales dificulta la tarea, más aun si la

intervención se desea hacer en el ámbito escolar, donde hay más escolares que deben seguir sus clases con normalidad durante la realización del estudio. Incluir el ejercicio físico al comienzo del día supone disponer y desplazar todo el material al centro, tarea que no siempre es fácil y para la que se deben pedir numerosos permisos previa intervención. Por tanto, los resultados en ocasiones han sido discutidos en base a los hallazgos obtenidos en intervenciones en las que se realiza otro tipo de intervención similar o en las que también participan adolescentes, así como estudios en los que participa población sin dificultades de aprendizaje (Craig et al., 2016).

Existen varios mecanismos para explicar el efecto producido por el ejercicio físico sobre el comportamiento. En niños existe una correlación entre la liberación de catecolaminas y la práctica de actividad física. Tanto en niños diagnosticados TDAH como en niños sin dificultad de aprendizaje, al realizar ejercicio físico se elimina el exceso de catecolaminas logrando un menor nivel de ansiedad y estrés (Wigal et al., 2003). Del mismo modo, la práctica de ejercicio físico activa la liberación de epinefrina y la norepinefrina aumentando en el espacio cerebral la concentración de neurotransmisores encargados de controlar las funciones ejecutivas y el correcto funcionamiento del organismo. Además, este tipo de prácticas mejoran la condición física, que se asocia positivamente con el rendimiento cognitivo (Arday et al., 2014) y rendimiento académico en cálculo y lenguaje (Carral, Pérez & Espiño, 2016). La práctica de ejercicio físico tiene efecto relajante, disminuye los niveles de cortisol, facilitando la bajada de los niveles de ansiedad y estrés (Hillier et al., 2011). Podría considerarse la actividad física como el mejor medicamento natural equivalente a antidepresivos, ansiolíticos y protector contra las consecuencias nocivas del estrés (Salmon, 2001). Los jóvenes TDAH presentan frecuentemente problemas de sueño (Owens, 2005). La calidad del sueño en jóvenes TDAH (9 – 12 años) se asocia positivamente a variables como la calidad de vida, la capacidad de concentración y los niveles de hemoglobina (Yehuda, Rabinovitz-Shenkar & Carasso, 2011). Además, al lograr el control emocional son capaces de aprovechar sus capacidades perceptivas y obtener mayor rendimiento en sus tareas (Watson et al., 2015).

En este estudio se han hallado diferencias atendiendo a sexo en uno de los trabajos incluidos (Tantillo et al., 2002), las chicas obtuvieron mayor mejora que los chicos. Esto puede deberse al efecto dosis-respuesta (Martínez-Gómez et al., 2011). Esto significa, que generalmente las chicas son más sedentarias que los chicos (Verloigne et al., 2012), siendo por eso mayor el impacto logrado en chicas ante un mismo estímulo de ejercicio físico.

Limitaciones y fortalezas

Este trabajo de revisión presenta varias limitaciones que debemos reconocer. Limitaciones tales como el pequeño número de artículos incluidos finalmente, a pesar de que su homogeneidad se optimizó mediante un riguroso proceso de selección basado en criterios de selección y exclusión. La mayoría de las investigaciones analizan un número pequeño de individuos aunque homogéneo entre ellas, debido quizás a que la prevalencia del TDAH es de aproximadamente el 5% de la población infanto-juvenil (Polanczyk et al., 2015). La mayoría de los participantes en el estudio son niños (70.75%) y no niñas (29.25%), debido tal vez a una mayor prevalencia en chicos que en chicas (Wittchen et al., 2011). Este trabajo abarca investigaciones llevadas a cabo solo en dos países diferentes.

Por otra parte, este trabajo de revisión tienen grandes fortalezas, por un lado todos los estudios seleccionados incluyen niños y niñas diagnosticados por especialistas y basados estos análisis en pruebas de diagnóstico fiable, estandarizadas y validadas, descartando otro tipo de dificultades de aprendizaje o trastornos. De igual modo, todos los trabajos describen

claramente la variable dependiente (comportamiento) y la variable independiente (intervención de carrera, duración e intensidad precisa) concretando minuciosamente el momento y procedimientos seguidos durante la toma de datos, incluso habiendo interrumpido 24-48 horas previas a las mediciones la medicación recetada para tratar los síntomas asociados al TDAH. Este trabajo incluye estudios publicados en un periodo temporal de 17 años, en revistas de lengua inglesa, con revisión por pares, siendo todos los artículos incluidos de alta calidad. Por último, esta revisión solo incluyó estudios de carácter longitudinal con intervención llevada a cabo en horario previo a la jornada escolar de los alumnos TDAH y las intervenciones fueron controladas por especialistas de ciencias de la actividad física y el deporte.

Conclusión y aplicaciones prácticas

La presente revisión seleccionó un total de tres artículos de intervención, que analizaron el efecto inmediato de realizar una carrera a intensidad de moderada a vigorosa, controlada la intensidad mediante monitor de frecuencia cardiaca. Todas las intervenciones tuvieron una duración alrededor de 25-30 minutos. En los tres casos la intervención realizada previa a la jornada escolar mostró mejora del comportamiento, manifestación de actitud menos impulsiva y reflejando menos nivel de ansiedad y estrés, en niños de entre seis y 12 años de edad habiendo sido diagnosticados TDAH por especialistas psicólogos clínicos. Todos los estudios (100%) analizados han mostrado efectos beneficiosos de ejercicio de carácter aeróbico, a una intensidad de moderada a vigorosa para trabajar la resistencia cardiorrespiratoria en el comportamiento de los escolares TDAH, además de otros beneficios a nivel cognitivo y académico.

Estudios recientes indican que los jóvenes presentan un bajo nivel de práctica de actividad física. Y señalan el tiempo frente a las pantallas, el entorno familiar y el entorno amistades, como principales causas de un estilo de vida sedentario e inactivo de los jóvenes (Vidal-Conti, 2016). Hemos observado que los beneficios se amplían en función del tiempo de intervención, La actividad física mejora no solo el comportamiento, sino también el control de las emociones, socialización, condición física, motricidad fina y gruesa, las funciones ejecutivas, las calificaciones escolares y por supuesto la salud, al realizar ejercicio físico debidamente estructurado, de una duración de 25 - 30 minutos a intensidad de moderada a vigorosa. Se pueden practicar multitud de fácilmente adaptables a la capacidad, motivación, y disponibilidad de recursos. Captar la atención con la utilización de las nuevas tecnologías, videojuegos activos, juegos activos basados en gamificación, o aplicaciones de Smartphone. Desde la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2010) se recomienda que los niños y jóvenes de entre cinco y 17 años inviertan como mínimo 60 min diarios en actividades físicas de intensidad moderada a vigorosa. Actividades en las que se comprenden juegos, deportes, desplazamientos, actividades recreativas, educación física o ejercicios programados, en el contexto de la familia, la escuela o las actividades comunitarias. Con el fin de mejorar las funciones cardiorrespiratorias y musculares y la salud ósea y de reducir el riesgo de enfermedades no transmisibles, grandes beneficios que se suman a los ya mostrados en el ámbito comportamental.

Futuras líneas

No obstante, más investigaciones son necesarias para justificar la durabilidad del efecto, así como los posibles beneficios que podrían aportar a los niños TDAH el realizar este tipo de intervenciones controladas de forma sistemática al comienzo de cada jornada escolar. La utilización de sesiones de ejercicio físico bien estructuradas y combinadas con tareas de demanda cognitiva y la combinación de estas intervenciones con tratamientos psicológicos de modificación de conducta deberían ser promovidos durante la infancia desde el ámbito

educativo y familiar. Especialmente, se recomienda clarificar la influencia de variables confusoras. Si hacemos una rápida búsqueda en las mismas bases de datos pero centrada en niños no diagnosticados con dificultades de aprendizaje de ningún tipo, encontramos una gran variedad de estudios que emplean diversas covariables tales como la educación maternal, indicadores de condición física, índice de masa corporal, porcentaje de grasa corporal, o inclusión del tiempo de lactancia materna. Aspectos que junto al conocimiento sobre el efecto diferenciado de diferentes estímulos, duración, intensidad y frecuencia, podrían ayudar a crear un programa completo y adaptado a las características individuales de cada niño.

Referencias

- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5®)*. American Psychiatric Pub.
- Arday, D. N., Fernández-Rodríguez, J. M., Jiménez-Pavón, D., Castillo, R., Ruiz, J. R., & Ortega, F. B. (2014). A Physical Education trial improves adolescents' cognitive performance and academic achievement: the EDUFIT study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(1), e52–e61. doi: 10.1111/sms.12093
- Broidy, L. M., Nagin, D. S., Tremblay, R. E., Bates, J. E., Brame, B., Dodge, K. A., & Lynam, D. R. (2003). Developmental Trajectories of Childhood Disruptive Behaviors and Adolescent Delinquency: A Six-Site, Cross-National Study. *Developmental Psychology*, 39(2), 222-245. doi: 10.1037/0012-1649.39.2.222
- Carral, J. M. C., Pérez, C. A., & Espiño, M. J. S. (2016). Relación entre la condición física y rendimiento académico en matemáticas y lenguaje en estudiantes españoles de educación secundaria: Un estudio longitudinal. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 11(31), 7-16. doi: 10.12800/ccd.v11i31.638
- Chang, Y. K., Liu, S., Yu, H. H., y Lee, Y. H. (2012). Effect of acute exercise on executive function in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Archives Clinical Neuropsychol*, 27(2), 225–237. doi: 10.1093/arclin/acr094
- Chronis, A. M., Fabiano, G. A., Gnagy, E. M., Onyango, A. N., Pelham, W. E., Lopez-Williams, A., ... Seymour, K. E. (2004). An evaluation of the summer treatment program for children with attention-deficit/hyperactivity disorder using a treatment withdrawal design. *Behavior Therapy*, 35(3), 561–585. doi: 10.1016/S0005-7894(04)80032-7
- Cornelius, C., Fedewa, A. L., & Ahn, S. (2017). The Effect of Physical Activity on Children With ADHD: A Quantitative Review of the Literature. *Journal of Applied School Psychology*, 33(2), 136-170. doi: 10.1080/15377903.2016.1265622
- Craig, F., Margari, F., Legrottaglie, A. R., Palumbi, R., de Giambattista, C., y Margari, L. (2016). A review of executive function deficits in autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 12, 1191–1202. doi: 10.2147/NDT.S104620
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168. doi:10.1146/annurev-psych-113011-143750

- Egger, H. L., & Angold, A. (2006). Common emotional and behavioral disorders in preschool children: presentation, nosology, and epidemiology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(3-4), 313-337. doi: 10.1111/j.1469-7610.2006.01618.x
- Flohr, J. A., Saunders, M. J., Evans, S. W., & Raggi, V. (2004). Effects of physical activity on academic performance and behavior in children with ADHD. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(5), S145-S146.
- Grassmann, V., Alves, M. V., Santos-Galduróz, R. F., & Galduróz, J. C. F. (2014). Possible cognitive benefits of acute physical exercise in children with ADHD a systematic review. *Journal of attention disorders*, 1(5), 367-371. doi: 10.1177/1087054714526041
- Hamre, B. K., & Pianta, R. C. (2001). Early teacher-child relationships and the trajectory of children's school outcomes through eighth grade. *Child development*, 72(2), 625-638. doi: 10.1111/1467-8624.00301
- Hodgkins, P., Shaw, M., Coghill, D., & Hechtman, L. (2012). Amphetamine and methylphenidate medications for attention-deficit/hyperactivity disorder: complementary treatment options. *European child & adolescent psychiatry*, 21(9), 477-492. doi: 10.1007/s00787-012-0286-5
- Hung, C. L., Huang, C. J., Tsai, Y. J., Chang, Y. K., & Hung, T. M. (2016). Neuroelectric and behavioral effects of acute exercise on task switching in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Frontiers in psychology*, 7, 1589. doi: 10.3389/fpsyg.2016.01589
- Karvonen, M. J., Kentala, E., & Mustala, O. (1957). The effects of training on heart rate: A longitudinal study. *Annales Medicinæ Experimentalis Et Biologiæ Fenniae*, 35(3), 307-315.
- Kim, H., Heo, H. I., Kim, D. H., Ko, I. G., Lee, S. S., Kim, S. E., & Shin, M. S. (2011). Treadmill exercise and methylphenidate ameliorate symptoms of attention deficit/hyperactivity disorder through enhancing dopamine synthesis and brain-derived neurotrophic factor expression in spontaneous hypertensive rats. *Neuroscience letters*, 504(1), 35-39. doi: 10.1016/j.neulet.2011.08.052
- Martínez-Gómez, D., Ruiz, J. R., Gómez-Martínez, S., Chillón, P., Rey-López, J. P., Díaz, L. E., Marcos, A. (2011). Active commuting to school and cognitive performance in adolescents: the AVENA study. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 165(4), 300-305. doi: 10.1001/archpediatrics.2010.244
- Organización Mundial de la Salud. OMS. (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. Ginebra, Suiza.
- Owens, J. A. (2005). The ADHD and sleep conundrum: A review. *Journal of developmental and behavioral pediatrics*, 26(4), 312-322. doi: 10.1097/00004703-200508000-00011
- Polanczyk, G. V., Salum, G. A., Sugaya, L. S., Caye, A., & Rohde, L. A. (2015). Annual Research Review: A meta-analysis of the worldwide prevalence of mental disorders in children and adolescents. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 56(3), 345-365. doi:10.1111/jcpp.12381
- Ruiz-Ariza, A., Grao-Cruces, A., de Loureiro, N. E. M., & Martínez-López, E. J. (2017). Influence of physical fitness on cognitive and academic performance in adolescents: A systematic review from 2005-2015. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 10(1), 108-133. doi: 10.1016/j.gaceta.2015.06.002

- Salmon, P. (2001). Effects of physical exercise on anxiety, depression, and sensitivity to stress: a unifying theory. *Clinical psychology review*, 21(1), 33-61. doi: 10.1016/S0272-7358(99)00032-X
- Sharma, A., & Couture, J. (2014). A review of the pathophysiology, etiology, and treatment of attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Annals of Pharmacotherapy*, 48(2), 209–225. doi: 10.1177/1060028013510699
- Tantillo, M., Kesick, C. M., Hynd, G. W., & Dishman, R. K. (2002). The effects of exercise on children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(2), 203-212. doi: <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200202000-00004>
- Van der Oord, S., Prins, P. J. M., Oosterlaan, J., & Emmelkamp, P. M. G. (2008). Efficacy of methylphenidate, psychosocial treatments and their combination in school-aged children with ADHD: a meta-analysis. *Clinical psychology review*, 28(5), 783–800. doi:10.1016/j.cpr.2007.10.007
- Verloigne, M., Van Lippevelde, W., Maes, L., Yildirim, M., Chinapaw, M., Manios, Y., Brug, J. (2012). Levels of physical activity and sedentary time among 10-to 12-year-old boys and girls across 5 European countries using accelerometers: an observational study within the ENERGY-project. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9(1), 1-8. doi:10.1186/1479-5868-9-34
- Watson, S. M. R., Richels, C., Michalek, A. P., & Raymer, A. (2015). Psychosocial Treatments for ADHD A Systematic Appraisal of the Evidence. *Journal of Attention Disorders*, 19(1), 3–10. doi:10.1177/1087054712447857
- Vidal-Conti, J. (2016). Identificación de predictores de actividad física en escolares según el modelo socio-ecológico mediante un análisis multifactorial. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 11(31), 51-59. doi: 10.12800/ccd.v11i31.642
- Wigal, S. B., Nemet, D., Swanson, J. M., Regino, R., Trampush, J., Ziegler, M. G., & Cooper, D. M. (2003). Catecholamine response to exercise in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Pediatric research*, 53(5), 756-761. doi: 10.1203/01.PDR.0000061750.71168.23
- Wittchen, H.-U., Jacobi, F., Rehm, J., Gustavsson, A., Svensson, M., Jönsson, B., Faravelli, C. (2011). The size and burden of mental disorders and other disorders of the brain in Europe 2010. *European Neuropsychopharmacology*, 21(9), 655–679. doi:10.1016/j.euroneuro. 2011.07.018
- Yehuda, S., Rabinovitz-Shenkar, S., & Carasso, R. L. (2011). Effects of essential fatty acids in iron deficient and sleep-disturbed attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) children. *European Journal of Clinical Nutrition*, 65(10), 1167-1170. doi: 10.1038/ejcn.2011.80

Fecha de recepción: 24/09/2017
Fecha de revisión: 27/09/2017
Fecha de aceptación: 04/11/2017

