

Cita: Muñoz, D.; Díaz, A.; Navarro, J.; Camacho, P.; Robles, A.; Ibáñez, M.; Coronilla, M.; Gil, E.; Carballar, A.; Cano, R. (2019). Mejora de la atención en niños y niñas con tdah tras una intervención física deportiva dirigida. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 19(3), 37-46

Mejora de la atención en niños y niñas con TDAH tras una intervención física deportiva dirigida

Improving attention in children with ADHD after a directed physical activity intervention

Melhoria do cuidado em crianças com TDAH após uma intervenção esportiva dirigida

Muñoz-Suazo, Dolores ⁽²⁾, Díaz-Román, Amparo ⁽³⁾, Navarro Muñoz, Jesús ⁽²⁾, Camacho Lazarraga, Pablo ⁽¹⁾, Robles Rodríguez, Andrés ⁽¹⁾, Ibáñez Alcayde, Mario ⁽¹⁾, Coronilla, Marta ⁽²⁾, Gil García Eugenia ⁽⁴⁾, Carballar González Alba ⁽²⁾, y Cano García, Raquel ^(1,*)

⁽¹⁾ *Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Centro Universitario San Isidoro. Sevilla;* ⁽²⁾ *Gabinete Psicológico Spica. Sevilla;* ⁽³⁾ *Centro de Investigación Mente, Cerebro y Comportamiento (CIMCYC), Universidad de Granada;* ⁽⁴⁾ *Departamento de Enfermería. Universidad de Sevilla*

RESUMEN

El principal objetivo de este estudio ha sido evaluar si la actividad física mejora la función cognitiva de pacientes en edad escolar (segundo ciclo de infantil, primaria y secundaria) con trastorno por déficit de atención con hiperactividad (tdah). En este trabajo, se estudia el efecto de una actividad física deportiva dirigida de 6 semanas de duración consistente en 2 sesiones de 1 hora de duración por semana realizando juegos aeróbicos a una intensidad aproximada de 60%-70% de VO₂máx. Un total de 13 participantes de edades entre 5 y 15 años, han realizado las sesiones deportivas (grupo de intervención) mientras que otros 11 (de 5 a 15 años) continuaban en clase haciendo las actividades escolares rutinarias (grupo control). Tras la aplicación de la Escala Magallanes de Atención Visual (EMAV), se encuentra una mejora significativa en la calidad de la atención en los participantes del grupo de intervención, pero no en los del grupo control. Los resultados por tanto sugieren un efecto positivo de la realización de ejercicio físico sobre la calidad de la atención. Se recomienda usar una intervención físico-deportiva como terapia complementaria en el tratamiento del tdah y para mejorar los síntomas del trastorno

Palabras claves: Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad, Ejercicio Aeróbico, Cognición, Actividad Física, Terapia

Muñoz, D.; Díaz, A.; Navarro, J.; Camacho, P.; Robles, A.; Ibáñez, M.; Coronilla, M.; Gil, E.; Carballar, A.; Cano, R.

ABSTRACT

The main objective of this work has been to evaluate if sport ameliorate cognitive function in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). In the present work, we have studied the effect of a 6 weeks physical activity program twice a week for 1 hour duration and 60%-70% VO_{2max} intensity in 13 children (from 5 to 15 years old) (intervened group) with ADHD. Other 11 children (from 5 to 15 years old) with ADHD remained in class without sport practice (control group). We found that the intervened group ameliorates cognitive test (attention parameters) but not the control group. Result suggests a positive effect of sport in the physiopathology of the disease and we propose to use sport as complementary therapy for ADHD.

Keywords: Attention deficit hyperactivity disorder, Aerobic Exercise, Cognition, Sport, Therapy

RESUMO

O principal objetivo deste estudo foi avaliar se o esporte melhora a função cognitiva de pacientes em idade escolar com transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH). Neste trabalho, estudamos o efeito de uma intervenção esportiva dirigida de 6 semanas de duração (2 sessões de 1 hora de duração por semana realizando jogos com uma intensidade aproximada de 60% -70% do VO_{2max}). Um total de 13 participantes executam as sessões de esporte (grupo de intervenção), enquanto 11 outros eles permanecem aula fazendo atividades escolares de rotina (grupo controle). Após a aplicação da Magellan Visual Attention Scale (EMAV), encontramos uma melhoria significativa na qualidade do atendimento nos participantes do grupo de intervenção, mas não nos do grupo controle. Os resultados sugerem, portanto, um efeito positivo da realização de exercícios físicos na qualidade do cuidado. Propomos a utilizar o esporte como terapia complementar no tratamento do TDAH.

Palavras chave: Transtorno do déficit de atenção e hiperatividade, Exercício aeróbico, Cognição, Esporte, Terapia

INTRODUCCIÓN

El trastorno por déficit de atención con hiperactividad (tdah) es un trastorno del neurodesarrollo que se inicia en la infancia y que puede persistir en la edad adulta. Este desorden se caracteriza por inatención, impulsividad y/o hiperactividad motora lo que a menudo afecta al desarrollo e integración social de las personas afectadas (Thomas et al., 2015)

El tdah se considera un trastorno multifactorial ocasionado tanto por factores genéticos como ambientales (Faraone y Larsson, 2018)

En cuanto a los factores genéticos, aunque los estudios genómicos realizados en pacientes con tdah hayan encontrado algunas posibles regiones cromosómicas comunes, hoy en día no existen aun candidatos genéticos seguros. Entre los genes candidatos se encuentran diferentes regiones del cromosoma 16 (entre 64 Mb y 83 Mb) así como los cromosomas 4q13.2, 5q33.3, 8q11.23, 11q22, and 17p11, todos ellos relacionados con el desarrollo de multitud de enfermedades de diferentes etiologías (Faraone et al.,

2017). Más recientemente se ha encontrado una relación entre los pacientes con TDAH y alteraciones en los genes relacionados con el control de los volúmenes intracraneales (Klein et al., 2019). De hecho, desde el punto de vista anatómico, se ha descrito que los cerebros son más pequeños, concretamente se han encontrado reducciones a nivel del cerebelo, cuerpo calloso y lóbulo derecho del cerebro (Curatolo et al., 2009).

Por otro lado, el gen STXBP5-AS1 relacionado con la expresión de proteínas del complejo SNARE necesarias para el proceso de exocitosis de neurotransmisores también parece estar alterado en pacientes con tdah, lo que indica que la neurotransmisión puede estar impedida en estos pacientes (Arias-Vasquez et al., 2019). En este sentido, se han descrito también alteraciones en los genes que regulan los mecanismos de liberación de neurotransmisores; concretamente en los receptores y transportadores de catecolaminas (Fox et al., 2002). De hecho, los actuales modelos animales de investigación del tdah se basan en KO de los genes

Mejora de la atención en niños y niñas con TDAH con física deportiva

implicados en el sistema de las catecolaminas (Madras et al., 2005), concretamente el ratón que carece del gen *Adgrl3*, el cual codifica con el transportador de dopamina, muestra relaciones anatómicas, comportamentales y moleculares con la enfermedad del tdah (Mortimer et al., 2019)

Las catecolaminas (adrenalina, noradrenalina y dopamina) son aminohormonas que pueden ser liberados al torrente sanguíneo por la glándula suprarrenal cómo pueden ser liberados al espacio sináptico por las terminaciones nerviosas. Tanto la síntesis a nivel de la glándula suprarrenal cómo la síntesis nerviosa tiene lugar a partir del aminoácido aromático tirosina (Dunkley et al., 2019). La velocidad de síntesis de las catecolaminas a nivel del sistema nervioso a diferencia de otros neurotransmisores depende por tanto de las concentraciones locales de tirosina las cuales dependen fundamentalmente del aporte de este aminoácido en la dieta (Ferstrom et al., 2007) niveles mayores de tirosina aumentan la síntesis de catecolaminas. Por otro lado, en respuesta a la realización de ejercicio físico, las catecolaminas tanto desde el punto de vista de neurotransmisores como de hormonas se ven implicadas en el control de un gran número de acciones fisiológicas y metabólicas relacionadas con el mantenimiento de la homeostasis. En este sentido, el ejercicio físico el cual da lugar a un aumento de la actividad simpática supone un aumento de las concentraciones de las catecolaminas como resaltan en su revisión Lin y Kuo 2013.

Por tanto, tanto la alimentación y como el ejercicio físico son cruciales para el mantenimiento de unos valores óptimos de catecolaminas. Existen evidencias científicas que respaldan el hecho de que el ejercicio físico podría ser un tratamiento alternativo o un complemento para las personas con tdah (Berwid y Halperin, 2012; Hillman, Erickson y Kramer, 2000; Merav, 2005; Pontifex, et al., 2012; Robinson, et al., 2012; Smith et al., 2013; Verret et al., 2013; Wigal, Emmerson y Galassetti, 2012). Entre las hipótesis que han puesto de relieve las posibles implicaciones de la práctica de actividad física sobre las personas con tdah, se postulan mejoras cognitivas asociadas a un aumento de la liberación de factores neurotróficos

(BDNF) con la práctica deportiva de manera crónica, lo que daría lugar a una mejora de la plasticidad sináptica (Dishman et al., 2006).

El tratamiento actual del tdah está basado en la administración de anfetaminas, agonistas de catecolaminas (metilfenidato) e inhibidores de la recaptación de noradrenalina (atomoxetina) los cuales tienen muchos efectos adversos, siendo los más comunes: trastornos del sueño, anorexia, molestias abdominales, cefaleas, tics, mareos, depresión, disminución de la espontaneidad, psicosis, aumento de la presión arterial (Herranz y Argumosa, 2000; Liang et al., 2018; Moran et al., 2019; Pozzi et al., 2018). Por otra parte, este tipo de medicación puede dar lugar al denominado efecto rebote, resultando en un empeoramiento de los síntomas, como cambios de humor, irritabilidad, desobediencia y más actividad a medida que se reduce la dosis (García-Ron et al., 2015).

Si a estos efectos le sumamos su elevado coste creamos la necesidad de abrir diferentes líneas de investigación para la búsqueda de tratamientos alternativos del trastorno.

Con respecto a los tratamientos no farmacológicos destaca el tratamiento psicológico. Psicológicamente, la intervención psicoeducativa se centra en el aspecto comportamental, aprendizaje, emocional y el social. Se deben utilizar técnicas de manejo de conducta, de autocontrol, de habilidades de comunicación y de interacción para minimizar los retrasos en el aprendizaje, y para que se desarrolle la adquisición de competencias académicas (Galve, 2009). Debería realizarse en todos los casos, involucrando al niño, a sus padres y compañeros de clase. Por otro lado, actualmente se está investigando sobre los beneficios del ejercicio físico en pacientes con tdah. Con respecto al efecto agudo, algunos estudios demuestran que tras el ejercicio aeróbico de intensidad moderada (cinta al 65%-75% de la FC máx) se mejora el porcentaje de aciertos de los test escolares (WRAP) así como los registros de electroencefalograma (EEG) (Eriksen Flanker task) (Gabbard y Barton, 1979; Hillman, et al., 2009; Pontifex et al., 2012). Con respecto al efecto crónico, el ejercicio físico de 10 semanas de duración

según (Verret et al., 2013) produjo mejoras en la fuerza y en las habilidades motrices. El ejercicio físico influyó positivamente en el comportamiento y en la atención de los niños con TDAH.

La tasa de prevalencia del tdah, estimada alrededor del 7,2% a nivel mundial (Thomas et al., 2015), lo convierte en uno de los trastornos del neurodesarrollo más frecuentes en población infantil y adolescente. Concretamente, en España, el TDAH podría estar afectando a cerca de 361.580 niños y adolescentes (Catalá-López et al., 2012). Las consecuencias que genera este trastorno en distintos ámbitos (véase revisión de Wehmeier, Schacht y Barkley, 2010), junto a los datos que sugieren que su incidencia va en aumento (Getahun et al., 2013), precisan de la búsqueda de soluciones eficaces. En este sentido, el uso de tratamiento farmacológico es muy común entre la población afectada, a pesar de que este tratamiento podría conllevar considerables efectos negativos a largo plazo (Powell et al., 2015) y supone importantes costes económicos. Por ejemplo, los costes de la atomoxetina y el metilfenidato, los dos fármacos más frecuentes para el tdah, pueden rondar los 700 y 1200 euros anuales, respectivamente (Catalá-López et al., 2013). Por consiguiente, resulta especialmente relevante la búsqueda de tratamientos complementarios o sustitutivos.

El objetivo de este estudio es evaluar el efecto de un programa de actividad física de intensidad media-alta ($VO_{2MÁX}$ 70 %) de 6 semanas de duración (2 sesiones de 1h a la semana) en la calidad de la atención y en la impulsividad de 24 participantes diagnosticados con TDAH.

MATERIALES Y MÉTODOS

Participantes

Se evaluaron un total de 24 participantes (5 niñas y 19 niños; $M_{edad} = 10,38$, $SD = 2,84$), de los que 13 participaron en las sesiones deportivas (grupo de intervención; $M_{edad} = 10,31$, $SD = 3,15$) mientras que los otros 11 continuaban en clase haciendo las actividades escolares rutinarias

(grupo control; $M_{edad} = 10,45$, $SD = 2,58$). Los 13 participantes del grupo de intervención se dividieron en dos grupos según las edades; ocho comprendían el grupo de infantil y primaria (5-12 años) y cinco el grupo de secundaria (12-15 años). Los participantes no realizaban actividad física o deportiva previa a la intervención.

Para la selección de los participantes, se siguieron los siguientes criterios de inclusión/exclusión: a) rango de edad entre los cinco y los 15 años; b) diagnóstico de TDAH combinado; c) no presentar ninguna condición médica o psiquiátrica comórbida (ej., trastorno negativista desafiante, trastorno disocial, trastorno de ansiedad generalizada, alteraciones motoras o perceptivas, retrasos madurativos, trastornos generalizados del desarrollo, o cualquier tipo de epilepsia).

Los participantes habían sido diagnosticados con tdah subtipo combinado, según la quinta edición del *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-5; American Psychiatric Association, 2013), por un equipo especialista en neuropsicología. Todos ellos estaban siendo tratados con metilfenidato, pero esta medicación fue retirada antes de las evaluaciones cognitivas pre y post-intervención.

Los procedimientos utilizados en los participantes y controles han sido realizados tras obtención de un consentimiento informado de los mismos.

Procedimiento

La intervención deportiva tuvo una duración de 6 semanas. Se entrenó dos veces por semana durante una hora aproximadamente, a intensidad media-alta (60%), en el patio del colegio donde estudian todos los niños objeto de estudio. Todas las sesiones fueron supervisadas por un especialista en actividad física y deporte. Las sesiones consistieron en un calentamiento inicial de 10 minutos seguidos de la realización de juegos

Mejora de la atención en niños y niñas con TDAH con física deportiva

aeróbicos durante unos 30 minutos y vuelta a la calma aproximadamente 5 minutos (anexo 1).

Con objeto de identificar la intensidad de las tareas desarrolladas, se utilizó la Escala de Borg de Esfuerzo Subjetivo Percibido (Borg, 1970, 1982), que permite conocer los niveles de intensidad (esfuerzo) percibidos por los participantes en relación con la situación experimental dada a través de una escala que comprende valores que oscilan entre el mínimo de 6 y el máximo de 20, siendo 6 equivalente a “ningún esfuerzo”, y 20 al “máximo esfuerzo posible”. Esta escala es una herramienta valiosa dentro del ámbito del desempeño humano, en el que a menudo la consideración importante no es tanto lo que haga el individuo, sino lo que cree que hace (Morgan, 1973), habiéndose encontrado en algunos estudios una correlación positiva entre una medida de la activación fisiológica, como lo puede ser la frecuencia cardíaca, y esta prueba subjetiva (Alexiou y Coutts, 2008; Sweet et al., 2004). Los participantes del grupo intervenido sugieren un valor de 14 en la escala Borg, lo que se aproxima a un VO₂máx aproximado del 60-70 %.

Tests

Previo a la intervención se realizó la Escala Magallanes de Atención Visual (EMAV 1 y 2; García y Magaz, 2011), para valorar la calidad de la atención y la atención sostenida de los sujetos. Estos mismos test se realizaron al finalizar la intervención.

Las Escalas Magallanes de Evaluación del tdah son herramientas que sirven para identificar la presencia del tdah así como valorar la intensidad e impacto de la sintomatología en cada caso. Las Escalas Magallanes de Atención Visual permiten evaluar la habilidad para focalizar la atención (Calidad de Atención (CA)) y para mantener el

esfuerzo atencional durante un período de tiempo (Atención Sostenida (AS)), así como la estabilidad o rendimiento durante un tiempo relativamente largo. En estas escalas, los niños deben buscar e identificar las figuras idénticas al modelo presentado. En el EMAV-1, que es para niños de entre 5 y 8 años, se presentan 720 figuras posibles, de las cuales 140 son idénticas al modelo, y el tiempo máximo para completar la tarea es de 6 minutos. En el EMAV-2, para niños mayores de 9 años, son 1.820 las figuras presentadas, 340 idénticas al modelo, y el tiempo máximo de realización de la tarea es de 12 minutos. Se contabilizan las omisiones y los errores de los niños para valorar su atención sostenida e impulsividad, respectivamente. Sus aciertos se transforman en centiles siguiendo las instrucciones del manual de la escala y mediante el software TIPI-SOFT (García y Magaz, 2011), para obtener su nivel de calidad atencional.

Estadística

Primero se realizaron análisis descriptivos, se comprobaron los supuestos paramétricos de normalidad de la muestra y homogeneidad de las varianzas mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene. Cuando se cumplieron esos supuestos paramétricos, se utilizó ANOVA factorial mixto para analizar el efecto principal del factor grupo (intervención vs. control) y del factor tiempo (pre vs. post), y el efecto de la interacción entre ambos factores en cada una de las variables evaluadas (calidad de la atención, capacidad de atención sostenida e impulsividad). También se comprobó la ausencia de diferencias entre los grupos antes de la intervención mediante la prueba *t* de Student para muestras independientes. Cuando no se cumplieron los supuestos paramétricos, se realizó el mismo análisis aplicando los métodos robustos, y las diferencias entre los grupos antes de la

intervención se analizaron con la prueba U de Mann-Whitney. A posteriori, se utilizó también la prueba t de Student para muestras pareadas, comparando los resultados pre y post intervención deportiva en cada grupo por separado, para analizar el efecto de la intervención deportiva sobre las variables de atención. Todos los análisis de datos se llevaron a cabo utilizando el software *Rstudio* 2.5.2. Se estableció la significación estadística en $p < 0.05$.

RESULTADOS

Los resultados de las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene confirmaron la bondad de ajuste de los datos para la realización de análisis paramétricos para las variables de calidad de la atención y capacidad de atención sostenida, pero no para la variable de impulsividad. En la Tabla 1 se muestran estos resultados junto a los estadísticos descriptivos para cada variable.

Las pruebas t de Student para muestras independientes y U de Mann-Whitney confirmaron la ausencia de diferencias previas a la intervención entre los dos grupos en calidad de la atención ($t(22) = 0,34$, 95% IC = $-16,19 - 22,44$, $p = 0,741$), atención sostenida ($t(22) = -0,37$, 95% IC = $-13,31 - 9,28$, $p = 0,715$), e impulsividad ($U = 72$, $p = 0,967$).

Los resultados del ANOVA factorial mixto mostraron un efecto principal significativo del tiempo ($F(1,22) = 10,41$, $p = 0,004$, $\eta^2 = 0,07$) sobre la calidad de la atención, pero no se observaron diferencias significativas entre ambos grupos de participantes ($F(1,22) = 1,21$, $p = 0,283$), ni una interacción significativa entre tiempo y grupo ($F(1,22) = 10,41$, $p = 0,132$) (Figura 1). En cuanto a la atención sostenida, no se encontraron efectos significativos del tiempo ($F(1,22) = 3,29$, $p = 0,083$), del grupo ($F(1,22) = 0,75$, $p = 0,394$), o de la interacción entre ambos factores ($F(1,22) = 1,24$, $p = 0,278$) sobre esta variable (Figura 2). Lo mismo sucedió con la variable impulsividad: $Q = 0,63$, $p = 0,446$, para el factor tiempo; $Q = 0,30$, $p =$

$0,594$, para el factor grupo; y $Q = 0,45$, $p = 0,516$, para la interacción tiempo x grupo (Figura 3).

Cuando se analizaron las puntuaciones pre y post obtenidas por cada grupo por separado en las variables de atención, con la prueba t de Student para muestras pareadas, sí se observaron diferencias entre ambos grupos. Concretamente, se encontró una mejora significativa de la calidad de la atención ($t(12) = -3,40$, 95% IC = $-28,54 - (-6,23)$, $p = 0,005$, $d = 0,75$) y de la capacidad de atención sostenida ($t(12) = 2,67$, IC = $1,04 - 10,34$, $p = 0,021$, $d = 0,57$), en los participantes del grupo de intervención, con un tamaño del efecto moderado-grande, pero no en los del grupo control: $t_{\text{calidad atención}}(12) = -1,19$, IC = $-17,34 - 5,24$, $p = 0,260$, y $t_{\text{atención sostenida}}(12) = -0,40$, IC = $-6,21 - 8,94$, $p = 0,697$.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos y bondad de ajuste de los datos

Variables	Intervención (n = 13)		Control (n = 11)		Levene	
	Mean (SD)	K-S (p)	Mean (SD)	K-S (p)	F	p
Calidad atención						
Pre	25,08 (23,39)	0,23 (0,509)	21,95 (21,93)	0,21 (0,704)	0,01	0,92
Post	42,46 (22,51)	0,16 (0,898)	28,00 (16,65)	0,14 (0,987)	0,61	0,44
Atención sostenida^a						
Pre	17,08 (10,32)	0,16 (0,881)	19,09 (16,15)	0,22 (0,689)	2,41	0,13
Post	11,38 (11,33)	0,20 (0,660)	17,73 (12,78)	0,22 (0,668)	0,25	0,62
Impulsividad^b						
Pre	0,23 (0,44)	0,47 (0,006)	2,91 (7,01)	0,48 (0,013)	1,91	0,18
Post	0,15 (0,38)	0,51 (0,003)	0,18 (0,60)	0,53 (0,004)	0,02	0,89

K-S = Kolmogorov-Smirnov.

^aNúmero de omisiones. ^bNúmero de errores.

Mejora de la atención en niños y niñas con TDAH con física deportiva

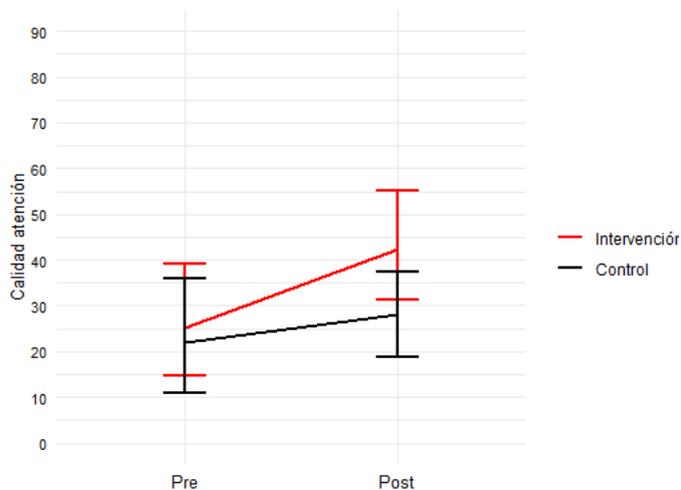


Figura 1. Cambios en la calidad de la atención en cada grupo tras la intervención deportiva.

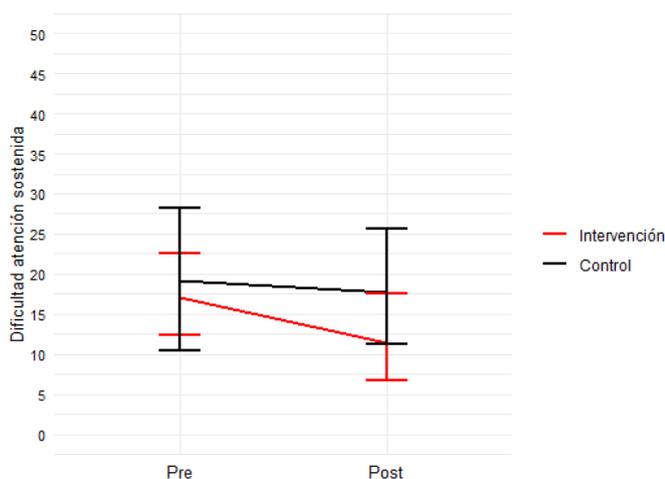


Figura 2. Cambios en la dificultad de atención sostenida en cada grupo tras la intervención deportiva.

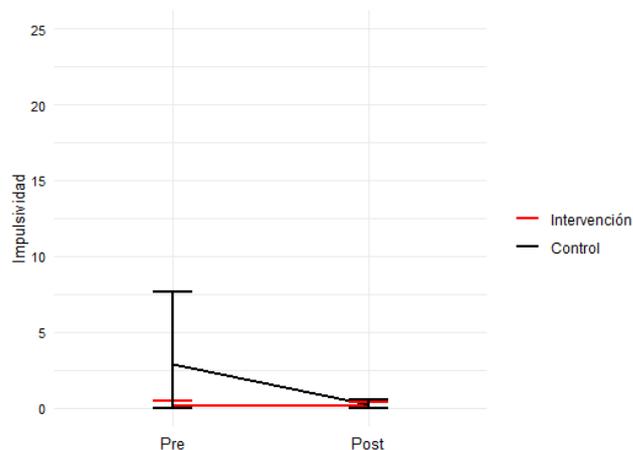


Figura 3. Cambios en impulsividad en cada grupo tras la intervención deportiva.

DISCUSIÓN

El ejercicio físico aeróbico no sólo reduce el riesgo de contraer enfermedades no transmisibles tipo cardiopatías coronarias, accidentes cerebrovasculares, diabetes tipo II, hipertensión, cáncer de colon, cáncer de mama, etc, sino que desde un punto de vista neuropsicológico se ha demostrado que el ejercicio aeróbico tiene un impacto positivo sobre el cerebro (Gomez-Pinilla et al., 2008; Vaynman et al., 2006). De hecho, la actividad física tal como presentamos en este trabajo tiene beneficios cognitivos los cuales pueden tener repercusión en las capacidades de aprendizaje y sociabilidad.

Estudios recientes afirman que el efectuar ejercicio aeróbico estimula la proteína BDNF, un neurotransmisor que favorece la plasticidad sináptica lo que implicaría cambios en la estructura y función del cerebro humano (Gómez-Pinilla et al., 2008). Otras de los recientes descubrimientos es que la práctica de ejercicio aumenta el tamaño del hipocampo y mejora la memoria (Erikson et al., 2011) por lo tanto existen evidencias científicas que respaldan las mejoras en la cognición de la práctica deportiva dirigida.

Nuestros resultados sugieren una vez más un efecto positivo de la realización de ejercicio físico aeróbico

sobre la cognición que justifica la inclusión de intervenciones deportivas en los colegios como complemento terapéutico de pacientes con trastornos cognitivos.

Una de las limitaciones de este estudio ha sido la imposibilidad de realizar medidas directas de intensidades de realización de las actividades ya que se carecían de métodos de medidas tanto de VO₂máx de los participantes o de % de FCmáx oFCreserva con lo que no podemos asegurar que nuestros resultados sean debidos a las modificaciones fisiológicas que produce el ejercicio aeróbico.

Con respecto a las prospectivas de esta línea de investigación ya se ha comenzado una nueva intervención escolar en la que estamos monitorizando tanto FC como medidas de cortisol en saliva para demostrar de esta manera las modificaciones fisiológicas obtenidas con la realización de las actividades aeróbicas.

CONCLUSIONES

- La actividad física mejora la atención en niños y niñas con trastorno por déficit de atención con hiperactividad (tdah).
- La intervención deportiva dirigida en el ámbito escolar podría ser un tratamiento complementario al farmacológico en pacientes con problemas de atención.
- Aumentar las horas de actividad física en el colegio y contar con profesionales del deporte que dirijan estas actividades puede mejora la evolución clínica de pacientes con tdah.

APLICACIONES PRÁCTICAS

Postulamos que los cambios fisiológicos obtenidos mediante la intervención deportiva (como por ejemplo el aumento de la actividad simpática) podrían ser los responsables de las mejorías encontradas y proponemos usar el deporte como terapia complementaria en el tratamiento del tdah. La

pregunta que intentaremos resolver en futuras intervenciones es conocer con exactitud la relación entre la dosis de ejercicio y respuesta cognitiva para determinar de esta manera la carga lectiva recomendada para los pacientes con TDAH.

REFERENCIAS

1. Alexiou, H., y Coutts, A.J. (2008). A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *Int J Sports Physiol Perform*, 3, 320-30.
2. Arias-Vásquez, A.; Groffen, A.J.; Spijker, S.; Ouwens, K.G.; Klein, M.; Vojinovic, D.; Galesloot, T.E.; Bralten, J.; Hottenga, J.J.; van der Most, P.J.; Kattenberg, V.M.; Pool R.; Nolte, I.M.; Penninx, B.W.J.H.; Fedko, I.O.; Dolan, C.V.; Nivard, M.G.; Den Braber, A.; Van Duijn, C.M.; Hoekstra, P.J.; Buitelaar, J.K.; Kiemeneij, L.A.; Hoogman, M.; Middeldorp, C.M.; Draisma, H.H.M.; Vermeulen, S.H.; Sánchez-Mora, C.; Ramos-Quiroga, J.A.; Ribasés, M.; EAGLE-ADHD Consortium, Hartman, C.A.; Kooij, J.J.S.; Amin, N.; Smit, A.B.; Franke, B.; Boomsma, D.I. (2019) A Potential Role for the STXBP5-AS1 Gene in Adult ADHD Symptoms. *Behav Genet*. <https://doi.org/10.1007/s10519-018-09947-2>.
3. Barkley, R. (2002). Niños hiperactivos: Cómo Comprender y Atender Sus Necesidades Especiales: Guía Completa Del Trastorno Por Déficit de Atención con Hiperactividad, TDAH. Barcelona: Paidós.
4. Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2-3, 92-98.
5. Borg, G. A. (1982). Psychological basis of physical exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14, 377-381.

Mejora de la atención en niños y niñas con TDAH con física deportiva

6. Curatolo, P.; Paloscia, C.; D'Agati, E.; Moavero, R.; Pasini, A. (2009). The neurobiology of attention deficit/hyperactivity disorder. *European journal of paediatric neurology* 13 .299 – 304.
7. Catalá-López, F.; Peiró, S.; Ridao, M.; Sanfélix-Gimeno, G.; Gènova-Maleras, R. y Catalá, M. A. (2012). Prevalence of attention deficit hyperactivity disorder among children and adolescents in Spain: A systematic review and meta-analysis of epidemiological studies. *BMC Psychiatry*, 12(168). doi:10.1186/1471-244X-12-168.
8. Catalá-López, F.; Ridao, M.; Sanfélix-Gimeno, G. y Peiró, S. (2013). Coste-efectividad del tratamiento farmacológico del trastorno por déficit de atención e hiperactividad en niños y adolescentes: síntesis cualitativa de la evidencia científica. *Revista de Psiquiatría y Salud Mental*, 6, 168-177. doi:10.1016/j.rpsm.2012.12.002.
9. Dishman et al, 2006. Neurobiology of Exercise. *OBSESITY* Vol. 14 No. 3 March 2006. . DOI: 10.1038/oby.2006.46.
10. Erickson, KI.; Voss, M.; Prakash, RS.; Basak, C.; Szabo, A.; Chaddock, L (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci*. 2011;108:3017-23.
11. Faraone SV & Larsson H. (2018). Genetics of attention deficit hyperactivity disorder. *Molecular Psychiatry*. <https://doi.org/10.1038/s41380-018-0070-0>
12. García, E. M. y Magaz, A. (2011). Escalas Magallanes de Atención Visual: EMAV. Bizkaia, España: Grupo ALBOR-COHS.
13. García-Ron, A.; Blasco-Fontecilla, H.; Huete-Hernani, B.; Sabaté-Chueca, J. Tratamiento farmacológico estimulante del TDAH. *Rev Esp Pediatr* 2015; 71(2): 75-81.
14. Getahun, D.; Jacobsen, SJ.; Fassett, MJ.; Chen, W.; Demissie, K. y Rhoads, GG. (2013). Recent trends in childhood attention-deficit/hyperactivity disorder. *JAMA Pediatrics*, 167, 282-288. doi:10.1001/2013.jamapediatrics.401.
15. Gomez-Pinilla, F.; Vaynman, S.; Ying, Z. Brain-derived neurotrophic factor functions as a metabotrophin to mediate the effects of exercise on cognition. *Eur J Neurosci*. 2008;28:2278-87.
16. Klein, M.; Walters, RK.; Demontis, D. (2019). Genetic Markers of ADHD-Related Variations in Intracranial Volume. *American Journal of Psychiatry*. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2018.18020149>.
17. Liang, EF.; Lim, SZ.; Tam, WW.; Ho, CS.; Zhang, MW.; McIntyre, RS.; Ho RC. The Effect of Methylphenidate and Atomoxetine on Heart Rate and Systolic Blood Pressure in Young People and Adults with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD): Systematic Review, Meta-Analysis, and Meta-Regression. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 Aug 20;15(8). pii: E1789. doi: 10.3390/ijerph15081789.
18. Lin and Kuo. Exercise benefits brain function: the monoamine connection. *Brain Sci.*, 11 (2013), pp. 39-53. <https://doi.org/10.3390/brainsci3010039>.
19. Moran, LV.; Ongur, D.; Hsu, J.; Castro, VM.; Perlis, RH.; Schneeweiss, S. Psychosis with Methylphenidate or Amphetamine in Patients with ADHD. *N Engl J Med*. 2019 Mar 21;380(12):1128-1138. doi: 10.1056/NEJMoa1813751.
20. Morgan, W. (1973). Psychological factors influencing perceived exertion. *Journal of Medicine and Science in Sports*, 5 (2), 98.
21. Mortimer, N.; Ganster, T.; O'Leary, A.; Popp, S.; Freudenberg, F.; Reif, A.; Soler- Artigas, M.; Ribases, M.; Ramos-Quiroga, JA.; Lesch, KP.; Rivero, O. Dissociation of impulsivity and aggression in mice deficient for the ADHD risk gene *Adgrl3*: Evidence for dopamine transporter dysregulation. *J.*

**Muñoz, D.; Díaz, A.; Navarro, J.; Camacho, P.; Robles, A.; Ibáñez, M.; Coronilla, M.; Gil, E.;
Carballar, A.; Cano, R.**

- Neuropharm. 2019.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2019.02.039>.
22. Powell, S. G.; Frydenberg, M. y Thomsen, P. H. (2015). The effects of long-term medication on growth in children and adolescents with ADHD: an observational study of a large cohort of real-life patients. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 9, 50. doi:10.1186/s13034-015-0082-3.
 23. Sweet, T. W.; Foster, C.; McGuigan, MR.; y Brice G. (2004). Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method. *J Strength Cond Res*, 18, 796-802.
 24. Reverter Masià & Jové Deltell, Apunts Med Esport. 2012; 47(173)
 25. Thomas, R.; Sanders, S.; Doust, J.; Beller, E. y Glasziou, P. (2015). Prevalence of attention-deficit/hyperactivity disorder: a systematic review and meta-analysis. *Pediatrics*, 135, 994-1001. doi:10.1542/peds.2014-3482.
 26. Wehmeier, P. M.; Schacht, A. y Barkley, R. B. (2010). Social and emotional impairment in children and adolescents with ADHD and the impact on quality of life. *Journal of Adolescent Health*, 46, 209-217. doi:10.1016/j.jadohealth.2009.09.009.