

Relación entre las funciones ejecutivas y el nivel de actividad física en estudiantes de la ESO y Bachillerato

Relationship between executive functions and physical activity level in secondary-high school students

BERNARDINO J. SÁNCHEZ-ALCARAZ MARTÍNEZ*

bjavier.sanchez@um.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7788-5175>

MARIANO ESPINOSA DE LOS MONTEROS CÁNOVAS*

mariano.espinosa@um.es

MANUEL ALFONSO ASECIO**

alfonso_manase@gva.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0851-4650>

MARTA HELLIN***

marta.hellin@um.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2398-7082>

JAVIER COUREL-IBAÑEZ*

courel@um.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2446-1875>

ALEJANDRO SÁNCHEZ-PAY*

aspay@um.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1600-4172>

Recibido: 21-11-2019. Aceptado: 26-04-2020.

Cómo citar / Citation: Sánchez-Alcaraz, B., Espinosa de los Monteros, M., Alfonso, M., Hellín, M., Courel-Ibáñez, J. y Sánchez-Pay, A. (2020). Relación entre las funciones ejecutivas y el nivel de actividad física en estudiantes de la ESO y Bachillerato, *Ágora para la Educación Física y el Deporte*, 22, 64-84.

DOI: <https://doi.org/10.24197/aefd.0.2020.64-84>

* Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia. España

** IESTHIAR, Conselleria de Educación de la Comunidad Valenciana. España

*** Facultad de Educación. Universidad de Murcia. España

Resumen. Centrándonos en estudiantes con edades comprendidas entre 12 y 17 años de edad, el objetivo de este trabajo fue conocer la relación entre el nivel de actividad física y las funciones ejecutivas (flexibilidad cognitiva e inhibición); así como las diferencias en función del género, edad y tipo de deporte practicado. La muestra de la investigación estuvo compuesta por 71 estudiantes (28 chicos y 43 chicas). El nivel de actividad física fue evaluado mediante el Physician-based Assessment and Counseling for Exercise, la flexibilidad cognitiva a través del Design Fluency Test, y para los mecanismos inhibitorios se utilizó el Test Stroop. Los resultados de este trabajo mostraron que existe una relación positiva y significativa entre las horas de actividad física y la flexibilidad cognitiva en adolescentes. En función del género, los chicos obtuvieron valores significativamente más altos de horas de actividad física. Además, los estudiantes de mayor edad presentaron unas puntuaciones significativamente mayores en las funciones ejecutivas. Finalmente, los estudiantes de deportes colectivos muestran valores significativamente mayores de horas de práctica de actividad física y de flexibilidad cognitiva.

Palabras clave. Deporte; educación, adolescentes, flexibilidad cognitiva; inhibición.

Abstract: The objective of this work was to know the relationship between the level of physical activity and executive functions (cognitive flexibility and inhibition); and the differences according to gender, age and type of sport practiced in students aged between 12 and 17 years old. The research sample consisted of 71 students (28 boys and 43 girls). The level of physical activity was evaluated through the Physician-based Assessment and Counseling for Exercise, cognitive flexibility through the Design Fluency Test, and for the inhibitory mechanisms the Stroop Test was used. The results of this work showed that there is a positive and significant relationship between hours of physical activity and cognitive flexibility in adolescents. In terms of gender, boys obtained significantly higher values of hours of physical activity. In addition, older students had significantly higher scores on executive functions. Finally, the students of collective sports show significantly higher values of hours of physical activity practice and cognitive flexibility.

Keywords: Sport; education; teenagers; cognitive flexibility; inhibition.

1. INTRODUCCIÓN

Las funciones ejecutivas son definidas como procesos cognitivos supervisores de la conducta que implican la organización de acciones de alto nivel cognitivo y ejecutan pensamientos y comportamientos complejos (Álvarez y Emory, 2006). En esta línea, Mischel (2014) las define como las aptitudes cognitivas que nos permiten ejercer de forma deliberada y consciente el control de nuestros pensamientos, impulsos, acciones y emociones. Estas funciones sirven de base para la creación de una serie de componentes, como son las capacidades implicadas en la formulación de metas, las facultades empleadas en la planificación de los procesos y las estrategias para lograr los objetivos y las aptitudes para llevar a cabo esas actividades de una forma eficaz (Tirapu-Ústarroz y

Muñoz-Céspedes, 2005). Se trata de un macroconstructo formado por varios subprocesos de control ejecutivo (memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad cognitiva) que trabajan en conjunto para resolver problemas complejos y ejecutar decisiones complicadas y así lograr un objetivo (Álvarez y Emory, 2006).

La flexibilidad cognitiva o flexibilidad mental se puede definir como la capacidad que tiene nuestro cerebro para adaptar nuestra conducta y pensamiento a situaciones novedosas, cambiantes o inesperadas (Trujillo, y Pineda 2008). La flexibilidad cognitiva tiene un papel relevante en el aprendizaje y capacidad de resolución de problemas complejos, ya que permite captar la información del ambiente y responder de forma flexible, ajustando nuestra conducta a los cambios y exigencias de la situación (Capilla, Romero, Maestú, Campo, Fernández, González-Marqués y Ortiz, 2004). En este sentido, aquellos sujetos con una buena flexibilidad cognitiva o mental se adaptarán rápidamente a los cambios novedades del medio, tolerarán los cambios que puedan suceder durante la resolución de problemas o la ejecución de una tarea (permitiendo generar alternativas), efectuarán fácilmente la transición de una actividad a otra y podrán captar varias dimensiones de una misma realidad, encontrando fácilmente varias soluciones a un mismo problema (Alarcón, Ureña, Castillo, Martín, y Cárdenas, 2017). En cuanto a la relación del nivel de actividad física y la flexibilidad cognitiva, un mejor nivel de condición física se relacionó con mejor funcionamiento cognitivo. Concretamente, se observaron mejores niveles de flexibilidad cognitiva en preadolescentes con mayor nivel de actividad física (Moral-Campillo, Reigal-Garrido y Hernández-Mendo, 2020).

Por otro lado, la inhibición o control inhibitorio podría definirse como la capacidad del ser humano para inhibir o controlar las respuestas impulsivas (o automáticas), y generar respuestas mediadas por la atención y el razonamiento (Cardona, y Aguirre, 2013). Esta habilidad cognitiva contribuye a la anticipación, planificación y al establecimiento de metas (Cascales, 2017). La inhibición o control inhibitorio pone freno al comportamiento y detiene las reacciones automáticas inapropiadas, cambiándolas por una respuesta más razonada y más adaptada a la situación (Introzzi, Juric, Montes, López, y Mascarello, 2015). Además, parece que el control inhibitorio también puede ser mejorado a través del ejercicio físico (Ludyga, Gerber, Hermann, Bran, y Püsche, 2018).

De este modo, son varios los trabajos que afirman que la práctica de actividad física y el nivel de condición física pueden influir en la mejora

de las funciones ejecutivas (Aguirre-Loaiza et al., 2019; De Greeff, Bosker, Oosterlaan, Visscher y Hartman, 2018; Hernández-Mendo et al., 2019; Medina, Alarcón, Castillo y Cárdenas, 2019; Méndez-Giménez, 2020). Estos datos parecen ser debidos a factores neurológicos relacionados con la sinapsis neuronal que se produce a la hora de realizar actividad física, la cual, parece que mejora las condiciones cognitivas (Mitchell, 1996). Los resultados de numerosos estudios confirman que, a mayor actividad física, menor degeneración neuronal (Hernández-Mendo et al., 2019) lo que implica la estimulación de algunos componentes celulares y moleculares del cerebro (Neeper, Gómez-Pinilla, Choi y Cotman, 1996). Además, se han localizado numerosos beneficios en los procesos cognitivos, como un aumento de la atención, control inhibitorio y memoria de trabajo (Hernández-Mendo et al., 2019; Steven, 2002; Xue, Yang y Huang, 2019).

Asimismo, otros estudios han mostrado cómo las funciones ejecutivas pueden aumentar el rendimiento deportivo, ya que están directamente relacionadas con el éxito en el deporte (Alarcón, Castillo, Ureña, Torre y Cárdenas, 2017; Alarcón et al., 2017; Hernández-Mendo et al., 2019). Siguiendo a Vickers (2007) existen siete habilidades cognitivas críticas para el rendimiento en los deportes de interacción: concentración, atención, memoria, patrón de reconocimiento, resolución de problemas, toma de decisiones y anticipación, por lo que el trabajo y la mejora de las funciones ejecutivas parece tener una influencia directa en el logro deportivo.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo será conocer la relación entre el nivel de actividad física y las funciones ejecutivas (flexibilidad cognitiva e inhibición), y detectar si existen diferencias en función del género, la edad y el tipo de deporte practicado por los estudiantes.

2. MÉTODO

2.1. Participantes

La muestra de la investigación estuvo compuesta por 71 estudiantes con edades comprendidas entre 12 y 17 años de edad (Media = 14.88; Desviación Típica = 3.21), correspondientes a los cursos de 2º y 4º de Educación Secundaria y 1º de Bachillerato de 3 centros educativos de la Región de Murcia. A continuación, la tabla I muestra las características de la muestra:

Tabla I. Características de la muestra participante

	Masculino		Femenino	
	N	Edad	N	Edad
2° de la ESO	10	13.15 ± .26	13	13.43 ± .41
4° de la ESO	12	14.66 ± .50	16	14.51 ± .42
1° de Bachillerato	6	16.11 ± .33	14	16.18 ± .39
Total	28	14.63 ± 2.45	43	15.32 ± 2.28

2. 2. Instrumentos

Nivel de Actividad Física: Para el cálculo del nivel de actividad física se utilizó el cuestionario Physician-based Assessment and Counseling for Exercise (PACE), validado por Proschaska, Sallis y Long (2001). El instrumento comprende dos preguntas sobre la frecuencia de práctica de actividad física durante al menos 60 minutos en la última semana y en una semana normal. El cuestionario comienza con la siguiente información introductoria: “Actividad física es cualquier actividad que incrementa tu ritmo cardiaco y hace que se acelere tu respiración. La actividad física se puede realizar haciendo deporte, jugando con amigos o caminando al colegio. Algunos ejemplos de actividad física son correr, caminar de forma vigorosa, montar en patines o monopatín, bailar, nadar, fútbol, baloncesto, voleibol, balonmano. No incluyas el tiempo en las clases de educación física escolar”. De este modo, los datos se obtienen a través de una escala de 0 a 7 posibilidades. Para clasificar a un sujeto como activo se considera que la media de estas dos respuestas debe ser ≥ 5 días (Martínez-Gómez et al., 2009). Aunque inicialmente fue diseñado para adultos, posteriormente fue validado para jóvenes obteniendo una aceptable correlación con la medición de la cantidad de AF realizada mediante acelerómetros (Proschaska et al., 2001). La fiabilidad del instrumento, medida a través del coeficiente alfa de Cronbach fue de $\alpha = 0.88$.

Flexibilidad cognitiva: Para la evaluación de la flexibilidad cognitiva se utilizó el Design Fluency Test. Esta prueba forma parte de una batería test denominada Delis-Kaplan Executive (D-KEFS) (Delis, Kaplan, y Kramer, 2001), que sirve para medir la Funciones Ejecutivas del sujeto donde la puntuación está normalizada por la edad. No obstante,

cada prueba de la batería se ha diseñado para ser un instrumento independiente, que se puede administrar de forma individual o junto con otras, dependiendo de las necesidades de la evaluación (Swanson, 2005). El Design Fluency Test se divide en tres condiciones y consiste en dibujar la mayor cantidad de diseños posibles uniendo los puntos. En cada condición se tienen en cuenta tres premisas básicas: cada diseño tiene que ser diferente, se utilizan cuatro líneas rectas en cada diseño, y cada línea debe tocar otra línea en un punto (Delis et al., 2001). Para cada una de las 3 condiciones, el participante dispone de un total de 60 segundos. El procedimiento de administración para rellenar las tres condiciones fue el siguiente:

- Condición 1. Puntos rellenos:
 - Realiza diferentes diseños.
 - Usa solo 4 líneas rectas.
 - Cada línea toca como mínimo otra línea en un punto.

Practice

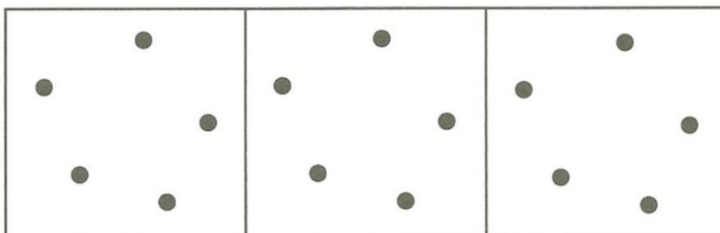


Figura 1. Ejemplo práctica Condición 1

- Condición 2. Puntos vacíos:
 - Conecta solo los puntos vacíos
 - Realiza diferentes diseños.
 - Usa solo 4 líneas rectas.
 - Cada línea toca como mínimo otra línea en un punto.

Practice

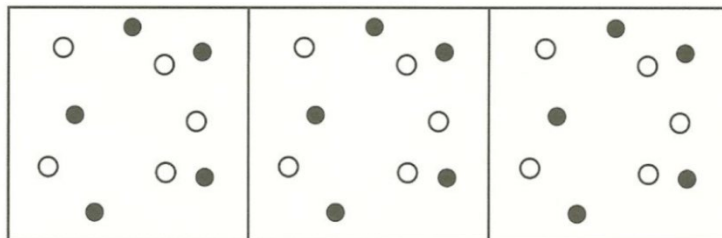


Figura 2. Ejemplo práctica Condición 2

- Condición 3. Intercambiar puntos rellenos y vacíos:
 - Intercambia puntos rellenos y puntos vacíos.
 - Realiza diferentes diseños.
 - Usa solo 4 líneas rectas.
 - Cada línea toca como mínimo otra línea en un punto.

Practice

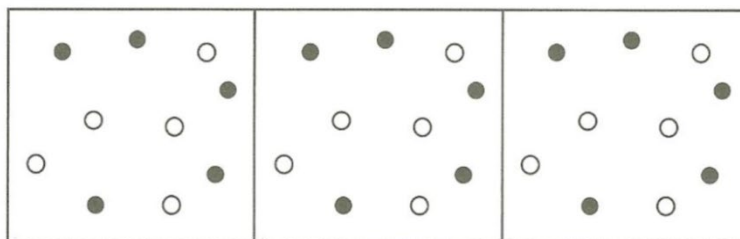


Figura 3. Ejemplo práctica Condición 3

Inhibición: Para la evaluación de los mecanismos inhibitorios se utilizó el Test Stroop (Stroop, 1935). La lógica de la tarea se basa en que la identificación de los colores en adultos es siempre más lenta que la lectura de los nombres de colores, observando que cuando se pide al sujeto que lea palabras, lo hace de manera más rápida si las palabras están escritas en tinta negra que si se le pide al sujeto que nombre el color de la tinta con que está escrita la palabra, aumentando el tiempo casi un 50% en relación con el tiempo necesario en la lámina con tan sólo colores. A esta fuerte disminución en la velocidad de identificación de los colores se conoce como el “efecto de interferencia” (Golden, 1994).

El test consiste en presentar visualmente a los participantes una serie de elementos divididos en tres láminas. En la versión normalizada del Stroop, cada lámina consta de 100 elementos divididos en 5 columnas de 20 elementos cada una de ellas, donde el sujeto tiene 45 segundos por cada lámina para leer el mayor número de elementos posibles.

La primera lámina está formada por las palabras “ROJO”, “VERDE” y “AZUL” ordenadas al azar e impresas en tinta negra en una hoja de tamaño A4. No se permite que la misma palabra aparezca dos veces seguidas en la misma columna (Golden, 1994).

ROJO	AZUL	VERDE	ROJO	AZUL
VERDE	VERDE	ROJO	AZUL	VERDE

Figura 4. Stroop. Ejemplo Lámina 1

La segunda lámina está formada por 100 elementos iguales “XXXX” impresos con tinta de los mismos colores de la primera lámina “ROJO”, “VERDE” y “AZUL” ordenados al azar e impresas en una hoja de tamaño A4. No se permite que la misma palabra aparezca dos veces seguidas en la misma columna, ni los colores en el mismo orden de la primera lámina (Golden, 1994).

XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX

Figura 5. Stroop. Ejemplo Lámina 2

La tercera lámina consiste en las palabras de la primera lámina impresas en los colores de la segunda, mezcladas (Golden, 1994). Las palabras se muestran con un color de tinta incongruente (por ejemplo, "rojo" escrito en azul). Los participantes son instruidos para nombrar el color de la tinta tan rápido y preciso como sea posible (Ludwig et al., 2010).

ROJO	AZUL	VERDE	ROJO	AZUL
VERDE	VERDE	ROJO	AZUL	VERDE

Figura 6. Stroop. Ejemplo Lámina 3

El participante debe leer las palabras de color en la primera hoja, los colores de la segunda hoja y el color de la tinta (no las palabras) en la tercera hoja (Álvarez y Emory, 2006). Por lo tanto, en el test de Stroop se obtienen tres puntuaciones:

- P. Palabras leídas en la primera lámina.
- C. Elementos realizados en la segunda lámina.
- PC- Elementos realizados en la tercera lámina.

Los errores no se cuentan, pero en la instrucción verbal previa a la realización del test se insta a los participantes a repetir el elemento si se equivoca, por lo tanto, si se produce un error la puntuación será menor porque al repetir invertirá más tiempo y podrá leer menor cantidad de elementos (Golden, 1994).

Para determinar la puntuación de interferencia pura se debe calcular la diferencia entre la PC y la PC' (PC estimada); la fórmula de PC' y de interferencia son las siguientes (Golden, 1994):

$$PC' = \frac{C \times P}{C/P}$$

$$Interferencia\ PC' = \frac{C \times P}{C/P}$$

Este instrumento ha sido probablemente más utilizado en una amplia variedad de campos de la psicología para evaluar los mecanismos inhibitorios, entre ellos el experimental, los psicopatológicos y los neuropsicológicos.

2.3. Procedimiento

El diseño de este estudio corresponde a una investigación empírica con metodología cuantitativa, concretamente a un estudio descriptivo de poblaciones mediante encuestas con muestras probabilísticas de tipo transversal (Thomas y Nelson, 2007). En primer lugar, se solicitó el consentimiento informado de las familias y de los Centros Educativos. Posteriormente, los estudiantes completaron, en horario escolar, los diferentes cuestionarios del estudio. Durante la aplicación, al menos un investigador, que estaba presente en el aula, garantizó el anonimato de las respuestas. Los participantes contestaron a los cuestionarios en aproximadamente 15 minutos, sin que ninguno de ellos informara de problemas en la cumplimentación de los mismos.

2.4. Análisis de datos

En primer lugar, se calcularon los estadísticos descriptivos (frecuencias, medias, desviaciones típicas, mínimo, máximo) de las variables objeto de estudio. Posteriormente, se realizó la prueba Kolmogorov-Smirnov para comprobar la normalidad de la muestra, y se analizaron las diferencias significativas entre los grupos de género, edad y tipo de deporte mediante la prueba no paramétrica U de Mann Withney. Se consideró una significación al 95%. Los resultados fueron analizados mediante el paquete estadístico SPSS 21.0 para Macintosh.

3. RESULTADOS

La tabla II muestra los resultados del nivel de actividad física, flexibilidad cognitiva e inhibición en función del género de los estudiantes. Como se puede observar, los chicos mostraron unos niveles significativamente superiores en el nivel de actividad física realizada. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la flexibilidad cognitiva y la inhibición en función del género de los participantes.

Tabla II. Resultados de nivel de actividad física, flexibilidad cognitiva e inhibición en función del género de los participantes

	Masculino			Femenino			Sig.
	Rango	Media	σ	Rango	Media	σ	
Nivel de AF	1-6	3.92	1.32	0-5	3.33	1.21	0.31*
Flexibilidad cognitiva	5.0-19.33	11.73	3.50	3.33-22.0	11.91	3.89	.764
Inhibición	-7.88-11.11	2.02	4.54	-16.99-14.43	1.18	5.35	.646

NOTA: * = $p \leq 0.5$ ** = $p \leq .01$

La tabla III muestra los resultados del nivel de actividad física, flexibilidad cognitiva e inhibición en función de la edad de los estudiantes. En este sentido, no se encontraron diferencias significativas en el nivel de actividad física de los estudiantes. Sin embargo, se observó que los estudiantes de mayor edad obtuvieron unas puntuaciones significativamente más altas en ambas funciones ejecutivas.

Tabla III. Resultados de nivel de actividad física, flexibilidad cognitiva e inhibición en función de la edad de los participantes

	Secundaria (13-14-15 años)			Bachillerato (16-17 años)			Sig.
	Rango	Media	σ	Rango	Media	Σ	
Nivel AF	0.5-5.5	3.60	1.41	0-6	3.52	1.42	.849
Flexibilidad cognitiva	6.33-22	10.94	3.60	3.33-17.00	13.18	3.62	0.31*
Inhibición	-7.88-14.42	1.02	5.25	-16.99-9.94	1.84	5.03	0.26*

NOTA: * = $p \leq 0.5$ ** = $p \leq .01$

La tabla IV muestra los resultados del nivel de actividad física, flexibilidad cognitiva e inhibición en función del tipo de deporte practicado por los estudiantes. Como se puede observar, aquellos estudiantes que practican deportes colectivos obtuvieron un nivel de actividad física y de flexibilidad cognitiva significativamente superior que los estudiantes que practican deportes individuales. No se encontraron diferencias en el nivel de inhibición en función del tipo de deporte practicado.

Tabla IV. Resultados de nivel de actividad física, flexibilidad cognitiva e inhibición en función del tipo de deporte practicado

	Deporte Individual			Deporte Colectivo			Sig.
	Rango	Media	σ	Rango	Media	σ	
Nivel AF	3-6	3.81	1.03	2-5.5	4.45	1.04	.000**
Flexibilidad cognitiva	4-17.67	11.35	3.04	6.33-19.67	13.43	3.36	.021*
Inhibición	-7.88-8.12	1.96	3.86	-16.99-9.94	.34	5.44	.534

NOTA: * = $p \leq 0.5$ ** = $p \leq .01$

Finalmente, la tabla V muestra las correlaciones entre las distintas variables objeto de estudio. Como se puede observar, el nivel de actividad física obtuvo una correlación positiva y significativa con la flexibilidad cognitiva. Sin embargo, no se encontraron correlaciones significativas entre el nivel de actividad física y la inhibición, ni entre la flexibilidad cognitiva y la inhibición.

Tabla V. Correlación entre el nivel de actividad física, la flexibilidad cognitiva y la inhibición

		NAF	EV	CN
Nivel Actividad Física (NAF)	Correlación de Pearson	-	.384	-.094
	Sig. (bilateral)	-	.001**	.429
Flexibilidad cognitiva (FC)	Correlación de Pearson	-	-	-.126
	Sig. (bilateral)	-	-	.290
Inhibición (I)	Correlación de Pearson	-	-	-
	Sig. (bilateral)	-	-	-

NOTA: * = $p \leq 0.5$ ** = $p \leq .01$

4. DISCUSIÓN

El objetivo principal de este trabajo fue conocer la relación entre el nivel de actividad física y las funciones ejecutivas (flexibilidad cognitiva e inhibición). En este sentido, los datos han mostrado una asociación positiva y significativa entre el nivel de actividad física y la flexibilidad cognitiva. Por lo tanto, aquellos estudiantes que realizan más horas de actividad física obtienen unas puntuaciones mayores en esta dimensión de las funciones ejecutivas. Estos datos coinciden con los resultados de varios trabajos de investigación que han mostrado cómo los deportistas

tienen unas habilidades cognitivas superiores cuando los comparamos con la población no deportista (Mann et al., 2007), tanto en muestras de participantes adultos (Alves et al., 2013; Lundgren, Högman, Näslund, y Parling, 2016; Vestberg et al., 2012), como adolescentes (Huijgen et al., 2015; Vestberg, Reinebo, Maurex, Ingvar, y Petrovic, 2017) y en niños (Verburgh, Königs, Scherder, y Oosterlaan, 2014).

Atendiendo al primer objetivo específico de la investigación, se evaluó la influencia del género en el nivel de actividad física y funciones ejecutivas de los estudiantes. De este modo, a nivel general se observó que los estudiantes presentan unos niveles de actividad física medios, ya que realizan ejercicio físico en un periodo de 60 minutos entre tres y cuatro días a la semana, valores inferiores a los recomendados por la Organización Mundial de la Salud (2017). Sin embargo, los datos de este estudio concuerdan con los resultados obtenidos por otros autores donde afirman que, solo un tercio de los estudiantes practica deporte tres o cuatro veces por semana (Castro et al., 2015). Por otro lado, los chicos presentaron valores de actividad física significativamente más elevados que las chicas, concretamente, el género masculino realiza el doble de actividad física que el género femenino. Estos resultados siguen también la línea de los trabajos de Martínez-Gómez et al. (2009) y Sánchez-Alcaraz y Gómez (2014), los cuales afirman que la actividad física es más practicada por chicos que por chicas, aunque se observa que esta tendencia se está reduciendo durante los últimos años. En otros estudios, también se llega a esta afirmación, informando de que hasta un 76,6% de las mujeres tienen un estilo de vida sedentario, mientras que en los varones este porcentaje es de 56,7% (Elizondo-Armendáriz, Guillén y Aguinaga, 2005). Datos parecidos son los obtenidos por Castro et al. (2015), cuyos resultados muestran que, en el sexo femenino, el porcentaje de inactividad física es bastante mayor que en hombres (concretamente, tan solo el 45.5% del total de varones y el 14.84% de las mujeres cumplían la recomendación diaria de actividad física por parte de la Organización Mundial de la Salud).

Con respecto a la edad de los participantes, los resultados de este estudio no mostraron diferencias en el nivel de actividad física realizado entre alumnos de secundaria y bachillerato. Estos datos son contrarios a los aportados por otros trabajos que han mostrado cómo el nivel de actividad física disminuye drásticamente desde los 11-12 años hasta los 16-17 años, mientras que el sedentarismo aumenta (Battista, Nigg, Chang, Yamashita y Chung, 2005; Cano, Pérez, Casares, y Alberola,

2011; Stevens et al., 2006). En este sentido, parece que especialmente en la adolescencia, se produce un descenso notable de la práctica deportiva. Sin embargo, en este trabajo, los rangos de edad comparados corresponden a alumnos de 13-14 años con alumnos de 15-16 años, por lo que no parecen ser rangos suficientes para mostrar diferencias significativas, al ser las edades muy similares. Por otro lado, con respecto a las funciones ejecutivas, aquellos estudiantes de mayor edad obtuvieron unos valores significativamente superiores en la flexibilidad cognitiva e inhibición. Estos resultados son similares a otros trabajos que han mostrado cómo los cambios hormonales puberales pueden influir en la maduración de los componentes de las funciones ejecutivas (Best, Miller, y Jones, 2010; Jurado y Rosselli, 2007). Por lo tanto, la adolescencia es el momento del desarrollo del ser humano en el que se producen mayores modificaciones tanto estructurales como funcionales, considerándose el último periodo crítico del desarrollo (Crone, 2009, Manga y Ramos, 2017). Además, la plasticidad y maduración de la corteza prefrontal, encargadas de las funciones ejecutivas, sucede más lentamente, desarrollándose en edades más avanzadas como la adolescencia (Álvarez, Trápaga, y Morales, 2013; O'Hare y Sowell, 2008).

Finalmente, en función del tipo de deporte practicado, parece que aquellos alumnos que practican un deporte colectivo obtienen unos valores significativamente superiores de horas de actividad física realizada. Además, los estudiantes que practican deportes colectivos obtuvieron unos valores significativamente más elevados de flexibilidad cognitiva. De este modo, en línea con otros trabajos, parece que los juegos colectivos pueden ser una buena herramienta para la estimulación de las funciones ejecutivas en niños y adolescentes, pues además del impacto fisiológico del propio ejercicio, requieren una continuada implicación cognitiva. De hecho, se considera que existe una mayor activación de nuestro cerebro cuando los juegos y ejercicios físicos contienen numerosas situaciones a resolver, lo que se ajusta a este tipo de tareas (Best, 2010). En concreto, los deportes colectivos tienen implícitas tareas como colaborar con un compañero, observar posiciones de compañeros y adversarios, anticiparse a las acciones de los oponentes, elaborar estrategias para alcanzar el éxito en una jugada o ser capaz de inhibir estímulos accesorios y centrarse en los importantes (Stroth, et al., 2009). Además, varios trabajos han afirmado cómo la modificación de variables relacionadas con la estructura del juego en deportes de equipo como las dimensiones del terreno de juego, el número de jugadores, las

reglas de juego o los objetivos del mismo pueden producir una mayor implicación cognitiva y por tanto, un mayor desarrollo de las funciones ejecutivas (Escolano-Pérez, Herrero-Nivela y Echeverría-Expósito, 2014; Frencken, Van DerPlaats, Visscher y Lemmink, 2013; Hill-Hass, Coutts, Dawson y Rowsell, 2009; Sampaio, Abrantes y Leite, 2009).

Este estudio presenta una serie de limitaciones que deben ser tomadas en cuenta a la hora de interpretar los resultados. En primer lugar, el tamaño de la muestra es relativamente pequeño, por lo que resulta difícil poder generalizar los resultados. De este modo, se sugiere que futuros estudios amplíen el tamaño de la muestra, evaluando estudiantes de otros rangos de edad. Por otro lado, la medida de actividad física es limitada, y no se han evaluado otras variables relacionadas que podrían afectar a los resultados, tales como el nivel de práctica, los años de experiencia en el deporte o la intensidad de los entrenamientos. De este modo, futuras investigaciones podrían utilizar otro tipo de instrumentos para la evaluación de la actividad física, así como otras variables que puedan influir en estos resultados.

5. CONCLUSIONES

En consonancia con los resultados de este estudio, se puede concluir que existe una relación positiva y significativa entre las horas de actividad física y la flexibilidad cognitiva en adolescentes. En función del género, los chicos muestran valores significativamente más altos de horas de actividad física, pero no se encontraron diferencias significativas en las funciones ejecutivas entre chicos y chicas. Por otro lado, los estudiantes de mayor edad presentan unas puntuaciones significativamente mayores en las funciones ejecutivas, tanto en la flexibilidad cognitiva como en la inhibición. Sin embargo, no se encontraron diferencias en las horas de práctica de actividad física en función de la edad de los participantes. Finalmente, los estudiantes de deportes colectivos muestran valores significativamente mayores de horas de práctica de actividad física y de flexibilidad cognitiva.

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre-Loaiza H., Arenas, J., Arias, I., Franco-Jiménez, A., Barbosa-Granados, S., Ramos-Bermúdez, S., Ayala-Zuluaga, F., Núñez, C., y García-Mas, A. (2019) Effect of Acute Physical Exercise on Executive Functions and

- Emotional Recognition: Analysis of Moderate to High Intensity in Young Adults. *Frontiers in Psychology*, 10, 1-16. DOI: [10.3389/fpsyg.2019.02774](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02774)
- Alarcón López, F., Castillo, A. Ureña, N., Torre, E. y Cárdenas, D. (2017). Creatividad táctica y funciones ejecutivas en los deportes de interacción. *SPORT TK: Revista Euroamericana de Ciencias del Deporte*, 6 (2), 147-152
- Alarcón, F., Ureña, N., Castillo, A., Martín, D., y Cárdenas, D. (2017). Las funciones ejecutivas como predictoras del nivel de pericia en jugadores de baloncesto. *Revista de Psicología del Deporte*, 26(1), 71-74.
- Álvarez, J. A., y Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, 16(1), 17-42. DOI: [10.1007/s11065-006-9002-x](https://doi.org/10.1007/s11065-006-9002-x)
- Álvarez, M., Trápaga, M., y Morales, C. (2013). *Principios de Neurociencias para Psicólogos*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Alves, H., Voss, M., Boot, W.R., Deslandes, A., Cossich, V., Inacio Salles, J., y Kramer, A. F. (2013). Perceptual-cognitive expertise in elite volleyball players. *Frontiers in Psychology*, 4(36) 54-95. DOI: [10.3389/fpsyg.2013.00036](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00036)
- Battista, J., Nigg, C. R., Chang, J.A., Yamashita, M., y Chung, R. (2005). Programas primarios después de la escuela: una oportunidad para promover la actividad física para los niños. *Californian Journal Health Promotion*, 3(4), 108-118.
- Best, J. R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 30(4), 331-351. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2010.08.001>
- Best, J.R., Miller, P.H. y Jones, L.L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*, 29(3), 180-200. DOI: [10.1016/j.dr.2009.05.002](https://doi.org/10.1016/j.dr.2009.05.002)
- Cano, A., Pérez, I., Casares, I. y Alberola, S. (2011). Determinantes del nivel de actividad física en escolares y adolescentes: estudio OPACA. *Anales de Pediatría*, 74(1), 15-24. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2010.08.009>

- Capilla, A., Romero, D., Maestú, F., Campo, P., Fernández, S., González-Marqués, J., Ortiz, T. (2004). Emergencia y desarrollo cerebral de las funciones ejecutivas. *Actas Españolas de Psiquiatría*, 32(6), 377-386.
- Cardona, M.A. y Aguirre, H.H. (2013). La relación teórica entre la Práctica Físico-Deportiva y el desarrollo de las Funciones Ejecutivas. *Psicoideas*, 4, 53-60.
- Cascales, J. Á. M. (2017). *Incidencia del tipo de actividad física en las funciones ejecutivas en jóvenes deportistas*. Tesis Doctoral. Universidad Católica San Antonio de Murcia.
- Castro, M., Zurita, F., Chacón, R., Martínez-Martínez, A., Espejo, T., y Álvaro, J.I. (2015). Sustancias nocivas y clima motivacional en relación a la práctica de actividad física. *Health and Addictions*, 15(2), 115-126.
- Crone, E. A. (2009). Executive functions in adolescence: inferences from brain and behavior. *Developmental Science*, 12(6), 825-830. DOI: [10.1111/j.1467-7687.2009.00918.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00918.x)
- De Greeff, J. W., Bosker, R. J., Oosterlaan, J., Visscher, C., y Hartman, E. (2018). Effects of physical activity on executive functions, attention and 738 academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(5), 501-507. DOI: [10.1016/j.jsams.2017.09.595](https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.595)
- Elizondo-Armendáriz, J. J., Guillén-Grima, F., y Aguinaga-Ontoso, I. (2005). Prevalencia de actividad física y su relación con variables sociodemográficas y estilos de vida en la población de 18 a 65 años de Pamplona. *Revista Española de Salud Pública*, 79(5), 559-567.
- Delis, D. C., Kaplan, E., y Kramer, J. (2001). *Delis Kaplan Executive Function System*. San Antonio, Estados Unidos: The Psychological Corporation.
- Escolano-Pérez, E., Herrero-Nivela, M., y Echeverría-Expósito, R. (2014). La resolución de problemas como estrategia de enseñanza para el aprendizaje de la táctica ofensiva en la categoría pre-benjamín de fútbol 8. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(1), 0209-217.
- Frencken, W., Van Der Plaats, J., Visscher, C., y Lemmink, K. (2013). El tamaño importa: las dimensiones del campo restringen el comportamiento

- del equipo interactivo en el fútbol. *Revista de Ciencia de Sistemas y Complejidad*, 26(1), 85-93.
- Golden, C. (1994). *Manual del test de colores y palabras – Stroop*. Madrid, España: TEA Ediciones.
- Hernández-Mendo, A., Reigal, R. E., López-Walle, J. M., Serpa, S., Samdal, O., Morales-Sánchez, V., y Falco, C. (2019). Physical activity, sports practice and cognitive functioning: The current research status. *Frontiers in Psychology*, 10, 2658. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02658>
- Hill-Hass, S. Coutts G., Rowsell B., y Dawson, T. (2009). Generic versus small-sided game training in soccer. *International Sport Medicine Journal*, 30(12), 639-642. DOI: [10.1055/s-0029-1220730](https://doi.org/10.1055/s-0029-1220730)
- Huijgen, B. H., Leemhuis, S., Kok, N. M., Verburgh, L., Oosterlaan, J., Elferink-Gemser, M. T., Visscher, C. (2015). Cognitive Functions in Elite and Sub-Elite Youth Soccer Players Aged 13 to 17 Years. *Plos One*, 10(12), 15-36. DOI: [10.1371/journal.pone.0144580](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144580)
- Introzzi, I., Juric, L. C., Montes, S. A., López, S., y Mascarello, G. (2015). Procesos Inhibitorios y flexibilidad cognitiva: evidencia a favor de la Teoría de la Inercia Atencional. *International Journal of Psychological Research*, 8(2), 61-75.
- Jurado, M. B., y Roselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: a review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, 17(3), 213-33. DOI: [10.1007/s11065-007-9040-z](https://doi.org/10.1007/s11065-007-9040-z)
- Ludyga, S., Gerber, M., Herrmann, C., Brand, S., y Pühse, U. (2018). Chronic effects of exercise implemented during school-break time on neurophysiological indices of inhibitory control in adolescents. *Trends in Neuroscience and Education*, 10, 1-7. DOI: [10.1016/j.time.2017.11.001](https://doi.org/10.1016/j.time.2017.11.001)
- Ludwig, C., Borella, E., Tettamanti, M., y De Ribaupierre, A. (2010). Diferencias de edad adulta en la prueba de color Stroop: una comparación entre una versión de artículo por artículo y una versión bloqueada. *Archivos de gerontología y geriatría*, 51(2), 135-142.
- Medina, J. A., Alarcón, F., Castillo, A. y Cárdenas, D. (2019). Efecto del ejercicio y la AF sobre las funciones ejecutivas en niños y en jóvenes. *Una*

- revisión sistemática. *SPORT TK: Revista Euroamericana de Ciencias del Deporte*, 8(2), 43-54. DOI: <https://doi.org/10.6018/sportk.391741>
- Méndez-Giménez, A. (2020). Resultados académicos, cognitivos y físicos de dos estrategias para integrar movimiento en el aula: clases activas y descansos activos. *SPORT TK: Revista Euroamericana de Ciencias del Deporte*, 9(1), 63-74. DOI: <https://doi.org/10.6018/sportk.412531>
- Moral-Campillo, L., Reigal-Garrido, R. y Hernández-Mendo, A. (2020). Actividad física, funcionamiento cognitivo y psicosocial en una muestra preadolescente. *Revista de Psicología del Deporte*, 29(1), 123–132.
- Lundgren, T., Högman, L., Näslund, M., y Parling, T. (2016). Preliminary Investigation of Executive Functions in Elite Ice Hockey Players. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 10(4), 324-325. DOI: [10.1123/jcsp.2015-0030](https://doi.org/10.1123/jcsp.2015-0030)
- Manga, D., y Ramos, F. (2017). El legado de Luria y la neuropsicología escolar. *Psychology, Society, y Education*, 3(1), 1-13.
- Mann, D. Y., Williams, A. M., Ward, P., y Janelle, C. M. (2007). Perceptual cognitive expertise in sport: A Meta-Analysis. *Journal of Sport y Exercise Psychology*, 29(4), 457-478. DOI: [10.1123/jsep.29.4.457](https://doi.org/10.1123/jsep.29.4.457)
- Martínez-Gómez, D., Martínez-De-Haro, V., Del-Campo, J., Zapatera, B., Welk, G. J., Villagra, A., y Veiga, Ó. L. (2009). Validez de cuatro cuestionarios para valorar la actividad física en adolescentes españoles. *Gaceta Sanitaria*, 23(6), 512-517.
- Mischel, W. (2014). *The Marshmallow Test*. Barcelona: Penguin Random House.
- Mitchell, P. (1996). *Acquiring a conception of mind; A review of psychological research and theory*. Hove, East Sussex: Psychology Press.
- Neeper, S.A., Gomez-Pinilla, F., Choi, J., y Cotman, C. (1995). Exercise and brain neurotrophins. *Nature*, 373, 109. DOI: [10.1038/373109a0](https://doi.org/10.1038/373109a0)
- O'Hare, E. D., y Sowell, E. R. (2008). Imágenes de cambios en el desarrollo de la materia gris y blanca en el cerebro humano. *Manual de Neurociencia Cognitiva del Desarrollo*, 10(2), 23-38.

- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud*.
- Prochaska, J. J., Sallis, J. F., y Long, B. (2001). Una medida de detección de actividad física para uso con adolescentes en atención primaria. *Archivos de Pediatría y Medicina del Adolescente*, 155(5), 554-559.
- Sampaio, J., Abrantes, C., y Leite, N. (2009). Power, heart rate and perceived exertion responses to 3x3 and 4x4 basketball small-sided games. *Revista de Psicología del Deporte*, 18(3), 463-467.
- Sánchez-Alcaraz, B. J., y Mármol, A. G. (2014). Autoconcepto físico en una muestra de estudiantes de primaria y su relación con el género y la práctica deportiva extraescolar. *E-balonmano.com: Journal of Sport Sciences*, 10(2), 113-120.
- Steven, M. J. (2002). *Neuroethics: Mapping the field*. New York: The Dana Press.
- Stevens, J., Murray, D. M., Catellier, D. J., Hannan, P. J., Lytle, L. A., Elder, J.P., y Webber, L. S. (2006). Design of the Trial of Activity in Adolescents Girls (TAAG). *Contemporary Clinical Trials*, 26(2), 223-233. DOI: [10.1016/j.cct.2004.12.011](https://doi.org/10.1016/j.cct.2004.12.011)
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643-662. DOI: <https://doi.org/10.1037/h0054651>
- Stroth, S., Kubesch, S., Dieterle, K., Ruchow, M., Heim, R., y Kiefer, M. (2009). Physical fitness, but not acute exercise modulates event-related potential indices for executive control in healthy adolescents. *Brain Research*, 69(10), 114-124. DOI: [10.1016/j.brainres.2009.02.073](https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.02.073)
- Swanson, J. (2005). The Delis-Kaplan Executive Function System. A Review. *Canadian Journal of School Psychology*, 20(1-2), 117-128. DOI: [10.1080/13803390490918444](https://doi.org/10.1080/13803390490918444)
- Thomas, J. R., y Nelson, J. K. (2007). *Métodos de investigación en actividad física*. Barcelona: Paidotribo.

- Tirapu-Ustarroz, J., y Luna-Lario, P. (2008). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. En J. Tirapu-Ustárroz; M. Ríos-Lago; F. Maestú (Eds.). *Manual de neuropsicología*. Barcelona: Viguera Editores.
- Trujillo, N., y Pineda, D. A. (2008). Función ejecutiva en la investigación de los trastornos del comportamiento del niño y del adolescente. *Revista neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias*, 8(1), 77-94.
- Verburgh, L., Königs, M., Scherder, E. J., y Oosterlaan, J. (2014). Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults. *British Journal Sports Medicine*, 48(12), 973-979. DOI: [10.1136/bjsports-2012-091441](https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091441)
- Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., y Petrovic, P. (2017). Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *Plos One*, 12(2), 144-156. DOI: [10.1371/journal.pone.0170845](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170845)
- Vickers, J. N. (2007). *Perception, cognition and decision training: the quiet eye in Action*. Champaign, Estados Unidos: Human Kinetics.
- Xue Y, Yang Y y Huang T. (2019) Effects of chronic exercise interventions on executive function among children and adolescents: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 53, 1397-1404. DOI: [10.1136/bjsports-2018-099825](https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099825)