

EFFECTO AGUDO INMEDIATO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA DE ALTA INTENSIDAD EN LA MEMORIA DE LOS ADOLESCENTES

Emilio J. Martínez López

Dpt. Didáctica de la Expresión M, P, y Corporal
Universidad de Jaén
emilioml@ujaen.es

Fecha de Recepción: 22 Febrero 2018

Fecha de Admisión: 10 Abril 2018

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue analizar el efecto a corto plazo de un programa de actividad física alta intensidad (HIIT) sobre la memoria en jóvenes estudiantes. Se trata de un estudio cuantitativo longitudinal con grupo experimental (GE $n = 74$) y grupo control (GC $n = 81$). El GE fue sometido a un entrenamiento de 20 minutos de AF de alta intensidad a primera hora de la jornada escolar. Se registraron medidas de memoria a las 8:15 de la mañana (Pre, justo antes del entrenamiento), 9:15 (Post, inmediatamente después del entrenamiento), 10:45 (M3, a las 2 horas), y a las 13,15 (M4, cuatro horas después). La memoria fue medida mediante una prueba ad hoc basada en cartas de la baraja española, donde el participante debía observar con atención 15 cartas mostradas durante 20 segundos y memorizar el mayor número de cartas posible. Para obtener los resultados se empleó ANOVA 2(Grupo) x 4(Tiempo). Los resultados muestran una mejora de la memoria en los adolescentes del grupo experimental ($p < 0,05$). Se obtuvieron diferencias también en función del sexo, y nivel de actividad física semanal de los participantes. Estos resultados sugieren que realizar un programa de actividad física de alta intensidad, a primera hora de la mañana, puede ayudar a mejorar la memoria de los adolescentes.

Palabras clave: actividad física; HIIT; memoria; atención-concentración: adolescentes

ABSTRACT

Immediate acute effect of high intensity physical activity in adolescents' memory. The aim of this study was to analyze the short-term effect of a high intensity physical activity program (HIIT) on memory in young students. It is a longitudinal quantitative study with an experimental group (GE $n = 74$) and a control group (GC $n = 81$). The GE underwent a 20-minute high intensity AF training early in the school day. Memory measurements were recorded at 8:15 in the morning (Pre, just

EFFECTO AGUDO INMEDIATO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA DE ALTA INTENSIDAD EN LA MEMORIA DE LOS ADOLESCENTES

before training), 9:15 (Post, immediately after training), 10:45 (M3, at 2 hours), and at 13, 15 (M4, four hours later). The memory was measured by an ad hoc test based on cards from the Spanish deck, where the participant had to watch carefully 15 cards shown for 20 seconds and memorize as many cards as possible. To obtain the results, ANOVA 2 (Group) x 4 (Time) was used. The results show an improvement of the memory in the adolescents of the experimental group ($p < 0.05$). Differences were also obtained according to the sex, and level of weekly physical activity of the participants. These results suggest that performing a physical activity program of intensity wing, early in the morning, can help improve the memory of adolescents.

Keywords: physical activity; HIIT; memory; adolescents

INTRODUCCIÓN

La práctica de actividad física (AF) en las primeras etapas, aporta numerosos beneficios físicos y mentales (McAuley et al., 2006), reduce el riesgo de enfermedades metabólicas y aumenta la esperanza de vida (Vanhelst et al., 2016). Además, recientemente, la práctica de AF se ha relacionado con un mejor rendimiento cognitivo y, consecuentemente, con un mejor rendimiento académico en niños y adolescentes (Arday et al., 2014; Rasberry et al., 2011). Además, se ha comprobado que la práctica de AF aumenta el flujo sanguíneo cerebral y la plasticidad sináptica favoreciendo un mejor funcionamiento cerebral (Diamond y Lee, 2011), y por tanto para un mejor rendimiento cognitivo en la escuela.

Las cualidades físicas que en mayor medida afectan al rendimiento cognitivo en estas edades, son la capacidad cardiorrespiratoria, la coordinación motora y la velocidad-agilidad (Esteban-cornejo et al., 2015). Además, uno de los métodos más contrastados actualmente para trabajar estas cualidades de forma eficaz y en un corto periodo de tiempo, es el “High Intensity Interval Training” (HIIT). Es un método de entrenamiento que consiste en trabajar la AF en intervalos cortos de tiempo, a una alta intensidad y con reducidos periodos de descanso (Costigan et al., 2015). Existen diversas opiniones sobre el tiempo total establecido para este conjunto de sesiones. Según Wood et al (2015), es de 20 minutos, sin embargo otros valoran 18 minutos de duración (Botonis, Toubekis y Platanou, 2015). Se ha demostrado ampliamente sus beneficios sobre la salud de la población adolescente (Costigan et al., 2015), sin embargo, no tenemos constancia de trabajos previos que hayan analizado el efecto de este tipo de entrenamiento sobre el rendimiento cognitivo.

Una de las variables cognitivas más importantes en el ámbito educativo es la memoria (Tomporowski., et al 2003; Kamijo., et al 2012), y se considera crucial para un adecuado rendimiento en las aulas (Ojeda, 2015). Un estudio pionero demostró que el ejercicio físico producía mejoras inmediatas sobre la memoria en la adolescencia (Guttin y DiGennaro, 1968), al igual que varias décadas después (Sibley y Etnier, 2003), en un meta-análisis, aludieron a que la intensidad, el tipo y la duración de la AF son muy importantes en el efecto de la misma sobre la atención. Sin embargo, a pesar de la contrastada evidencia respecto a la relación entre AF y estas variables de rendimiento cognitivo (Rasberry et al., 2011; Fox et al., 2010; Hillman et al., 2008) los estudios de intervención que analizan los efectos reales son más escasos (Arday et al., 2014).

Conocer el efecto de 20 minutos de HIIT a primera hora de la jornada escolar, podría esclarecer la utilidad real de la práctica de AF sobre el rendimiento cognitivo de los adolescentes, y podría orientar a los estamentos educativos con respecto al horario más adecuado para las clases de Educación Física (EF) con el objetivo pedagógico de mejorar el rendimiento escolar. Además, estos hallazgos podrían corroborar lo concluido por estudios previos con respecto al aumento de las horas de las clases de EF semanales (Wilkins et al., 2003). Por tanto, en base a los argumentos precedentes, el objetivo de este estudio fue analizar el efecto agudo de un programa HIIT de AF, en la memoria de una muestra de adolescentes.

MÉTODO

Diseño

Se trata de un estudio cuantitativo longitudinal con grupo experimental (GE $n = 74$) y grupo control (GC $n = 81$). El GE fue sometido a un entrenamiento de 20 minutos de AF de alta intensidad a primera hora de la jornada escolar. Al GC no se le aplicó el entrenamiento, solo realizó estiramientos de Bob Anderson. Se registraron medidas de memoria a las 8:15 de la mañana (Pre), justo antes del entrenamiento, inmediatamente después a las 9:15 (Post), a las 2 horas se realizó la tercera medida 10:45 (M3) y a las cuatro horas 13,15 la última medida (M4).

Participantes

Un total de 155 adolescentes españoles de 12 a 17 años (78 chicos y 77 chicas) pertenecientes a un Centro de Educación Secundaria Obligatoria participaron en el estudio. La tabla 1 presenta las características descriptivas de la muestra de estudio. El 13,1% de los adolescentes tenían madres con un nivel educativo universitario. Los participantes tenían una edad promedio de 14.06 ± 1.34 años y un Índice de Masa Corporal (IMC) de 21.43 ± 4.21 kg/m². Los niveles de estudios de la madre, la tipología, y el nivel AF realizado no mostraron diferencias significativas entre el grupo control y el experimental (todos $p > 0.05$). Tampoco se hallaron diferencias significativas entre las demás variables, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 1. Características descriptivas de la muestra.

VARIABLES	TODOS (N=155)		CONTROL (N=81)		EXPERIMENTAL (N=74)		P
	MEDIA	DT	MEDIA	DT	MEDIA	DT	
Edad (años)	14,06	1,34	14,21	1,34	13,89	1,32	,14
Peso (kg)	56,19	13,51	55,95	13,73	56,47	13,37	,83
Estatura (m)	1,61	,081	1,611	,07	1,61	,09	,73
IMC (kg/m ²)	21,43	4,21	21,41	4,55	21,44	3,82	,97
Días de 60 min AF Semana pasada	3,17	1,78	3,06	1,71	3,30	1,86	,41
Días de 60 min AF Semana cualquiera	3,48	1,76	3,31	1,80	3,68	1,71	,20
MVPA Promedio	3,33	1,65	3,19	1,66	3,49	1,64	,26
Memoria	155	4,23	2,39	2,40	3,99	2,36	,23
% NIVEL ESTUDIOS DE LA MADRE	TODOS (N=137)		CONTROL (N=74)		EXPERIMENTAL (N=63)		P
Sin estudios	6,6		3,6		2,9		,53
Estudios Primarios	46,0		25,5		20,4		
Estudios de ESO o FP	34,3		16,1		18,2		
Estudios Universitarios	13,1		8,8		4,4		
% MVPA	TODOS (N=130)		CONTROL (N=70)		EXPERIMENTAL (N=60)		P
Inactivos	83,9		45,2		38,7		,37
Activos	16,1		7,1		9,0		

EFFECTO AGUDO INMEDIATO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA DE ALTA INTENSIDAD EN LA MEMORIA DE LOS ADOLESCENTES

Tabla 2. Analisis de la variable memoria (todos). * Indica que hay diferencias significativas entre el grupo Control y Experimental dentro de la misma medida. † Muestra resultados del Pos-hoc, si hay diferencias significativas entre Pre y las demas medidas en un mismo grupo.

Memoria (todos, n=157)							
	Pre	Post	M3	M4	Grupo	Tiempo	Grupo x Tiempo
					P	P	P
Control	4,31 ± 2,394	4,77 ± 1,921	4,49 ± 1,870	5,47*†††† ± 2,183	0,079	0,000	0,391
Experimental	3,93 ± 2,315	4,17 ± 2,368	4,29 ± 2,210	4,65† ± 2,363			

RESULTADOS

El ANOVA para medidas repetidas 2(grupo) x 4(tiempo) llevado a cabo sobre la muestra de los chicos, mostró un efecto principal Tiempo (F(3,219) = 6,243; p<0,001), además de la interacción Grupo x Tiempo (F(3,219) = 4,546; p=0,004), pero no fue significativo el efecto Grupo (p>0.05). A pesar de que el Efecto principal Grupo no fue significativo, un análisis detallado posterior mostró que los participantes del grupo experimental obtuvieron mayores resultados de memoria que los del grupo control en M3 (p<0.05). Debido a que el Grupo x Tiempo fue significativo, un análisis a posteriori mostró que la medida M4 era significativamente superior a la medida Pre dentro del grupo control (p<0.001). Si analizamos el grupo de las chicas, el ANOVA para medidas repetidas 2(grupo) x 4(tiempo) llevado a cabo sobre la muestra de los chicas, mostró un efecto principal Tiempo (F(3,210) = 3,537; p<0,05) y un efecto principal Grupo (F(1,70)=5,956; p=0,017), pero no fue significativo la interacción Grupo x Tiempo (p>0.05). Debido a que el efecto grupo tuvo significación, un análisis detallado posterior mostró que los participantes del grupo control obtuvieron mayores resultados de memoria que los del grupo de experimental en M3 (p<0.05) [Tabla 3].

Tabla 3. Análisis de la variable memoria (sexo).

Memoria (chicos, n=78)							
	Pre	Post	M3	M4	Grupo	Tiempo	Grupo x Tiempo
					P	P	
Control	3,92 ± 2,644	4,67 ± 2,318	3,75 ± 1,746	5,47†††† ± 2,091	,931	,000	,004
Experimental	4,00 ± 2,248	4,31 ± 2,341	4,74* ± 2,173	4,62 ± 2,021			
Memoria (chicas, n=77)							
	Pre	Post	M3	M4	Grupo	Tiempo	Grupo x Tiempo
					P	P	P
Control	4,67 ± 2,107	4,87 ± 1,490	5,18* ± 1,730	5,46 ± 2,292	,017	,016	,589
Experimental	3,85 ± 2,425	4,00 ± 2,424	3,76 ± 2,166	4,70 ± 2,744			

El ANOVA para medidas repetidas 2(grupo) x 4(tiempo) llevado a cabo sobre la muestra de los inactivos, mostró un efecto principal Tiempo (F(3,360) = 6,536; p<0,01) y un efecto principal Grupo

($F(1,120) = 5,813$; $p < 0,05$), pero no fue significativa la interacción Grupo x Tiempo ($p > 0,05$). A pesar de que el Grupo X Tiempo no fue significativo, un análisis a posteriori mostró que la medida M4 era significativamente superior a la medida Pre dentro del grupo de control ($p < 0,01$). Debido a que el Efecto principal Grupo tuvo significatividad, un análisis detallado posterior mostró que los participantes del grupo control obtuvieron mayores resultados de memoria que los del grupo de experimental en la Post ($p = 0,05$) y en la M4 ($p < 0,01$). El ANOVA realizado al grupo de los Activos, mostró un efecto principal Tiempo ($F(3,69) = 2,771$; $p < 0,05$). A pesar de que el Efecto principal Grupo no fue significativo, un análisis detallado posterior mostró que los participantes del grupo experimental obtuvieron mayores resultados de memoria que los del grupo de control en la M3 ($p < 0,05$) [tabla 4].

Tabla 4. Análisis de la variable memoria (nivel de AF).

Memoria (Inactivos n=132)							
	Pre	Post	M3	M4	Grupo p	Tiempo p	Grupo x Tiempo p
Control	4,45 ± 2,436	4,83* ± 1,778	4,77 ± 1,752	5,59††*** ± 2,209	,017	,000	,473
Experimental	3,95 ± 2,387	4,02 ± 2,373	4,16 ± 2,199	4,50 ± 2,341			
Memoria (Activos n=25)							
	Pre	Post	M3	M4	Grupo p	Tiempo p	Grupo x Tiempo p
Control	3,45 ± 2,018	4,45 ± 2,697	2,91 ± 1,814	4,73 ± 1,954	,196	,048	,389
Experimental	3,86 ± 2,070	4,79 ± 2,326	4,86* ± 2,248	5,29 ± 2,431			

DISCUSIÓN

El presente trabajo ha estudiado el efecto agudo de un programa HIIT de AF sobre la memoria en una muestra de adolescentes españoles. Los resultados obtenidos referentes a la memoria, muestran que los adolescentes del grupo experimental obtuvieron mejoras significativas en el test que realizaron a las cuatro horas posteriores al entrenamiento (M4). Además tanto el grupo control como el experimental tuvieron mejoras significativas a lo largo del proceso de realización de los distintos test, es decir, el alumnado iba adquiriendo destrezas para realizar el test, según iba repitiéndolo. Podemos observar, que el grupo experimental de los chicos ha mejorado significativamente en la M3 respecto al grupo control, en el caso de las chicas, la mejora ha sido en el grupo control. En cuanto al nivel de AF, en los activos, se han conseguido mejoras significativas en el grupo experimental en la M3. Los resultados conseguidos ponen de manifiesto efectos positivos del programa de intervención en la memoria, lo que satisface una parte del objetivo de la investigación.

Los resultados registrados se sitúan en la dirección de otras investigaciones que han examinado los efectos de la AF sobre variables de carácter cognitivo en niños y adolescentes (Chaddock, Pontifex, Hillman y Kramer, 2011; Hillman et al., 2008; Hillman, Kamijo y Scudder, 2011). Es necesario remarcar que la mayoría de los estudios llevados a cabo, se han realizado con sujetos de menor edad o con personas mayores, siendo difícil poder localizar investigaciones que estudien este

EFFECTO AGUDO INMEDIATO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA DE ALTA INTENSIDAD EN LA MEMORIA DE LOS ADOLESCENTES

efecto en la adolescencia (Blakemore y Choudhury, 2006; O'Hare y Sowell, 2008; Powell y Voeller, 2004; Tomporowski et al., 2011; Boucard et al., 2012; Kraft, 2012).

En trabajos de esta índole, se debe elegir las distintas variables con mucha precisión pues, debido a la edad de los sujetos y a su proceso madurativo, la AF puede incidir más en unos aspectos que en otros. Tomporowski et al (2008) destacó que la memoria, se puede seguir estimulando en edad escolar media. En cambio, Hillman et al (2009) concluyó que existen una serie de variaciones en los niveles hormonales dentro de la pubertad, los cuales pueden provocar desajustes en los resultados de la atención-concentración en los adolescentes. Además, existen numerosos estudios que han aplicado diferentes cuestionarios para evaluar la Actividad Física, pero esto no es del todo fiable, pues poseen gran nivel de subjetividad. Un ejemplo de esta debilidad metodológica es el realizado por (Blizzard, Dean y Dwyer, 1996) los cuales no encontraron diferencias significativas, en lo referente al rendimiento cognitivo de los alumnos del grupo experimental con respecto al grupo control. Todos estos factores han podido ser determinantes en los resultados hallados, ya que los resultados no han sido significativos para todas las variables cognitivas.

Se han obtenido resultados significativos en cuanto a la memoria, esto ha sido defendido por muchos estudios previos, que señalaban una estrecha relación entre la AF de intensidad con diversas mejoras en la memoria, como ejemplo, un estudio con adolescentes en Alemania, en el cual se analizaron los efectos positivos que tuvieron 30 minutos de ejercicio aeróbico sobre la memoria de los sujetos (Walk., et al 2009). Fijar de forma acertada los distintos factores que envuelvan a nuestro estudio, es crucial para la consecución adecuada de la investigación. Además, definir la relación causa-efecto entre la AF y las variables cognitivas seleccionadas, así como la elección de la edad de la muestra apropiada, es imprescindible para poder utilizar la AF como un instrumento eficaz en este tipo de estudios (Kramer y Erickson, 2007). Por otro lado, si revisamos los programas de AF desarrollados para mejorar las habilidades cognitivas, los ejercicios aeróbicos poseen gran efectividad (Brown, 2011) y trabajar a una intensidad adecuada nos permite optar a unos determinados beneficios (Cavill et al., 2001).

Para muchos autores un aumento de las horas de AF con una alta intensidad, puede conseguir la mejora de la memoria (Nourbakhsh., 2006). La solución sería promover la (AF), a través de la Educación física dentro del currículo escolar y promover cambios en cuanto al aumento del tiempo de la asignatura de Educación Física y la (AF) durante la jornada escolar.

De cara a futuros estudios, sería conveniente desarrollar este tipo de investigaciones, pero en el contexto deportivo, debido a que algunos autores defienden un mayor impacto sobre el funcionamiento cerebral, a causa de la gran implicación cognitiva que poseen las situaciones derivadas de la alta intensidad, que requiere el juego en grupo, incluso por las implicaciones socioemocionales que conllevan Diamond y Lee (2011).

CONCLUSIONES

En conclusión, el presente estudio aporta nuevos datos sobre el impacto agudo que posee el programa HIIT de alta intensidad de AF en la cognición, podemos destacar que si los adolescentes realizaran 20 minutos de AF intensa a primera hora de la mañana influyen satisfactoriamente en su memoria. Los adolescentes realizan HIIT antes de la jornada escolar obtienen mejoras significativas en el test que realizaron a las cuatro horas posteriores al entrenamiento (M4). Los chicos han mostrado mejoras significativas significativamente a las 2h (M3) respecto al grupo control, sin embargo, en el caso de las chicas, la mejora ha sido en el grupo control. En cuanto al nivel de AF, en los activos se han conseguido mejoras significativas en el grupo experimental a las 2 horas del HIIT (M3). Estos resultados sugieren que realizar un programa HIIT de AF de alta intensidad, a primera hora de la mañana, puede ayudar a mejorar la memoria de los adolescentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 and Science in Sports*, *24*(1), 52–61. <http://doi.org/10.1111/sms.12093>
- Baumann, C. E., & Boutellier, R. (2009). Physical Activity – The Basis of Learning and Creativity. *Pixel-Online.Net*. Retrieved from http://www.pixel-online.net/edu_future/common/download/Paper_pdf/ITL59-Baumann.pdf
- Best, J. R. (2011). NIH Public Access, *30*(4), 1–28. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3147174/pdf/nihms311002.pdf>
- Botonis, P. G., Toubekis, A. G., & Platanou, T. I. (2015). Concurrent strength and interval endurance training in elite water polo players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, (October), 1. <http://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001091>
- Costigan, S. a., Eather, N., Plotnikoff, R. C., Taaffe, D. R., & Lubans, D. R. (2015). High-intensity interval training for improving health-related fitness in adolescents: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, (April 2014), 1–9. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094490>
- Esteban-Cornejo, I., Tejero-Gonzalez, C. M., Sallis, J. F., & Veiga, O. L. (2014). Physical activity and cognition in adolescents: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*, *18*(5), 534–539. <http://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.07.007>
- Goñi, E., & Infante, G. (2010). Actividad físico-deportiva, autoconcepto físico y satisfacción con la vida. *European Journal of Education and Psychology*, *3*(2), 199–208. <http://doi.org/10.1989/ejep.v3i2.60>
- Hernandez, S. S. S., Coelho, F., Gobbi, S., & Stella, F. (2010). Effects of physical activity on cognitive functions , balance and risk of falls in elderly patients with Alzheimer ' s dementia. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, *14*(1), 68–74. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/s1413-35552010000100011>
- Kashihara, K., Maruyama, T., Murota, M., & Nakahara, Y. (2009). Positive effects of acute and moderate physical exercise on cognitive function. *Journal of Physiological Anthropology*, *28*(4), 155–164. <http://doi.org/10.2114/jpa2.28.155>
- Keita Kamijo, Naiman A. Khan, Matthew B. Pontifex, Mark R. Scudder, E. S., & Drollette, Lauren B. Raine, Ellen M. Evans, Darla M. Castelli, and C. H. H. (2013). The Relation of adiposity to cognitive control and scholastic achievement in preadolescent children. *Test*, *20*(12), 2406–2411. <http://doi.org/10.1038/oby.2012.112>
- Martín- Martínez, I., Chiroso, L. J., Reigal, R. E., Hernández, A., Juárez, R., & Guisado, R. (2014). Efectos de la actividad física sobre las funciones ejecutivas en una muestra de adolescentes. *Anales de Psicología.*, *31*(2006), 962–971. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Martínez, J. M., Jordán, O. R. C., Laín, S. A., & Navarro, A. L. (2012). Niveles de actividad física medido con acelerómetro en alumnos de 3º ciclo de Educación Primaria: Actividad física diariay sesiones de Educación Física. = Children's physical activity levels measured by accelerometer: All day physical activity vs physical . *Revista de Psicología Del Deporte*, *21*(1), 117–123.
- Morales, J., Gonzalez, L. M., Guerra, M., Virgili, C., & Unnithan, V. (2011). Physical activity, perceptual-motor performance, and academic learning in 9-to-16-years-old school children. *International Journal of Sport Psychology*, *42*(4), 401–415.
- Norris, E. (2015). A Guide for Psychology Postgraduates : Surviving Postgraduate Study. *Psychology Postgraduate Affairs Group*.

EFFECTO AGUDO INMEDIATO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA DE ALTA INTENSIDAD EN LA MEMORIA DE LOS ADOLESCENTES

- OECD. (2014). Resultados de PISA 2012 en foco Overview. *Pisa*, 44. Retrieved from http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA2012_Overview_ESP-FINAL.pdf
- Phillip, T., Norman, E., & Robert, S. (1987). The immediate effects of strenuous exercise on free-recall memory.PDF.
- Ruiz-Ariza, A., Ruiz, J. R., de la Torre-Cruz, M., Latorre-Román, P., & Martínez-López, E. J. (2016). Influencia del nivel de atracción hacia la actividad física en el rendimiento académico de los adolescentes. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 48(1), 42–50. <http://doi.org/10.1016/j.rlp.2015.09.005>
- Sobradillo, B., Aguirre, a., Uresti, U., Bilbao, a, Fernández-Ramos, C., Lizarraga, a, ... Hernández, M. (2004). *Curvas y tablas de crecimiento. Estudios longitudinal y transversal. Bilbao: Fundación Faustino Orbeagozo Eizaguirre. Isbn 84-607-9967-0.*
- Tomporowski, P. D. (2003). Cognitive and Behavioral Responses to Acute Exercise in Youths : A Review. *Pediatric Exercise Science*, 15(4), 348–359. Retrieved from <http://journals.humankinetics.com/pes-back-issues/pes-back-issues/cognitiveandbehavioralresponsestoacuteexerciseinyouthsareview>
- Vanhelst, J., B??ghin, L., Duhamel, A., Manios, Y., Molnar, D., De Henauw, S., ... G??mez Lorente, J. J. (2016). Physical Activity Is Associated with Attention Capacity in Adolescents. *Journal of Pediatrics*, 168, 126–131. <http://doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.09.029>
- Wood, K. M., Olive, B., LaValle, K., Thompson, H., Greer, K., & Astorino, T. A. (2016). Dissimilar Physiological and Perceptual Responses Between Sprint Interval Training and High-Intensity Interval Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 244–250. <http://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001042>.