

EFFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO AGUDO SOBRE LA MEMORIA VISUAL DE CORTO PLAZO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Effects of acute physical exercise on short-term visual memory in university students

*Fernando Maureira Cid; **Fabián Henríquez Cruz; **Diego Carvajal Caballero; **Juan Vega Arenas y** Claudio Acuña Díaz

Maureira, F.; Henríquez, F.; Carvajal, D.; Vega, J. & Acuña, C. (2015). Efectos del ejercicio físico agudo sobre la memoria visual de corto plazo en estudiantes universitarios. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, N° 16 (1), 31-37.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la influencia de una sesión de ejercicio aeróbico y anaeróbico sobre la memoria visual de estudiantes universitarios. Para ello se evaluaron a 45 alumnos de la carrera de educación física de la Universidad SEK de Chile mediante el test de memoria visual de Benton forma D antes y después de la intervención de ejercicio. Los resultados muestran una mejora de los niveles de memoria visual en los universitarios sometidos a un trabajo aeróbico de 30 minutos. Misma situación que ocurre en los estudiantes sometidos a un trabajo anaeróbico de pesas en cuatro grupos musculares. Se puede concluir que la aplicación de ambos tipos de trabajo físico en forma aguda produce mejoras en los niveles de memoria visual en la muestra. Son necesarias futuras investigaciones con diversas intensidades de trabajo anaeróbico y su relación con la memoria y otras funciones cognitivas.

PALABRAS CLAVE

Memoria visual, ejercicio aeróbico, ejercicio anaeróbico.

ABSTRACT

The aim of the present study was to determine the influence of an aerobic and anaerobic exercise session on the visual memory of university students. For this purpose, 45 students on the physical education undergraduate program at SEK University, Chile, were evaluated by means of the Benton Visual Retention Test (Form D), before and after the exercise intervention. The results show an improvement for levels of visual memory in the university students subjected to a 30 minute aerobic exercise session. Similar results were obtained for the students submitted to an anaerobic weight training session for four muscle groups. It is possible to conclude that the acute application of both types of physical exercise produces improvements in the levels of visual memory in the sample. Future investigations are necessary for different intensities of anaerobic exercise and their relationship with memory and other cognitive functions.

Key words

Visual memory, aerobic exercise, anaerobic exercise.

* Docente Facultad de Patrimonio Cultural y Educación. Universidad SEK. Santiago, Chile.

** Licenciados Universidad SEK. Santiago, Chile.



1. INTRODUCCIÓN

Los beneficios del ejercicio físico sobre diversas funciones cognitivas está bien documentado, lo que incluye aumento de la densidad sináptica, de los arboles dendríticos, de la vascularización, de las glías e incluso neurogénesis (Cotman y Berchtold, 2002; Kramer y Erickson, 2007; Markham y Greenough, 2004). La literatura también muestra relación entre la práctica de ejercicio físico y alto rendimiento en test neuropsicológicos (Buck, Hillman y Castelli, 2008), percepción motriz, creatividad-concentración y desempeño en test verbales (Sibley y Etnier, 2003), además de mejor rendimiento académico en matemáticas (Maureira, Díaz, Foos, Ibañez, Molina, Aravena, et al., 2014).

En relación a la memoria, se ha observado que un trabajo aeróbico aumenta la asociación selectiva a través de una mejora de la memoria relacional, en base a un aumento del volumen del hipocampo (Chaddock, Erickson, Prakash, Kim, Voss, Vanpatter, et al., 2010). Incluso en la etapa adulta, cuando se asume que las funciones cognitivas son estables, se ha observado una mejora de ellas en personas que realizan ejercicio aeróbico (Aberg, Pedersen, Torén, Svartengren, Backstrand, Johnsson, et al., 2009).

Valencia, López, Tirado, Zea-Herrera, Lopera, Rupprecht, et al., (2008) aplicaron un programa de entrenamiento combinado de psicomotricidad y actividades cognitivas de 120 minutos de duración durante 20 sesiones a un grupo de adultos mayores. Al finalizar el proceso el grupo experimental obtuvo mejores resultados que el grupo control en dos variables de la atención y velocidad visuomotora: denominación de color ($p= 0,009$) y conflicto ($p= 0,000$) y en dos variables de una prueba de función ejecutiva: categorías ($p= 0,036$) y respuestas de perseverancia ($p= 0,021$).

Por su parte, Ferreyra, Di Santo, Morales, Sosa, Mottura y Figueroa (2011) midieron la atención selectiva de 31 estudiantes universitarios antes y después de la aplicación aguda de un ejercicio físico de 30 minutos. El grupo al que se le aplicó un trabajo aeróbico

mostró mejoras en los resultados tras la intervención, situación que no aconteció en el grupo expuesto a un trabajo anaeróbico.

Estos cambios benéficos de diversas funciones cerebrales con el ejercicio físico se han estudiado en modelos animales y están asociados al desarrollo de nuevos vasos sanguíneos, por ejemplo el ejercicio aeróbico produce angiogénesis en el hipocampo y cerebelo (Black, Isaacs, Anderson, Alcantara y Greenough, 1990) y a la neurogénesis producto del aumento del factor neurotrópico derivado del cerebro (BDNF), que estimula la generación de nuevas neuronas sobre todo en el hipocampo, región cerebral relacionada con la memoria y el aprendizaje (Maureira, 2014).

Cuando un músculo es ejercitado libera muchas sustancias al torrente sanguíneo, entre ellas el IGF-1, un factor de crecimiento que estimula la producción de BDNF a nivel cerebral, en la región del giro dentado y CA3 en el hipocampo, provocando el ejercicio físico también un aumento del RNAm de BDNF en la médula espinal, cerebelo y córtex cerebral (Cotman y Berchtold, 2002).

Además de la vascularización y neurogénesis, existe un aumento del volumen del neuropilo (terminales axónicas, dendritas y astrocitos) producto del ejercicio físico, lo que repercute directamente en un aumento del volumen del cerebro. Por ejemplo, un aumento del 20% del volumen del neuropilo es suficiente para producir un aumento del 8% de la materia gris total del encéfalo (Thomas, Dennis, Bandettini y Johansen, 2012).

Si bien son conocidos los efectos del ejercicio físico aeróbico sobre la atención, memoria, función ejecutiva, etc., aún no existen trabajos concluyentes sobre las intensidades y tiempo requerido para provocar mejoras en cada capacidad cognitiva. Además la literatura muestra pocos trabajos referidos al ejercicio anaeróbico y su relación con las funciones cerebrales implicadas en el aprendizaje.

Basándose en las premisas anteriores es que se ha establecido el siguiente objetivo para la presente investigación: Determinar si



la aplicación de un ejercicio físico agudo es suficiente para provocar mejoras en la memoria visual en estudiantes universitarios, esto para constatar si una única aplicación de ejercicio físico es suficiente para provocar mejoras en un tipo de memoria o por el contrario, si estos cambios son solo posibles con la práctica de ejercicio durante periodos prolongados como muestra la literatura.

2. MÉTODO

Muestra: se trabajó con una muestra no probabilística intencional, que estuvo constituida por 45 estudiantes de educación física de la USEK. La edad mínima fue de 19 años y la máxima de 28 años, con una media de 23,08 (d.e.= 2,25). Del total, 8 (17,8%) son damas y 37 (82,2%) varones. La muestra se dividió en 3 grupos equitativos: grupo de control, grupo de intervención aeróbica y grupo de intervención anaeróbica.

Instrumento: se utilizó el Test de Retención Visual de Benton forma D creado por Arthur Benton en 1945 (Benton, 1981). Es un instrumento clínico y de investigación, utilizado para evaluar la percepción visual, la memoria visual y las habilidades viso-constructivas. El test consta de 10 láminas constituidas por figuras geométricas de borde negro sobre un fondo blanco. Cada lámina se presenta por 10 segundos tras los cuales deben transcurrir 15 segundos para que el sujeto evaluado comience a dibujar la figura recordada, teniendo 10 segundos para hacerlo. La valoración del test se realiza en base a los aciertos y errores en cada una de las láminas que dibuja el evaluado. Los errores están dados por omisiones de figuras, distorsiones, perseverancias, rotaciones, desplazamientos y errores de tamaño.

El test de Benton forma D fue validado en población universitaria de Pedagogía en Educación Física Chilena por Maureira, Trujillo & Flores (2014).

Procedimiento

- a) *Mediciones frecuencia cardíaca:* para cada sujeto de la muestra se determinó su frecuencia cardíaca de reposo (FCr) utilizando el protocolo de descanso de 5 minutos (Baker, 2002). Para esto se instaló un dispositivo pectoral de medición de FC (modelo Timex T5k143 Ironman Heart Rate Monitor/Watch), mientras el estudiante se encontraba recostado en una colchoneta en decúbito dorsal. Esto para constatar que la FC de cada sujeto de la muestra se encontraba en reposo antes de la aplicación del test de memoria visual, que se realizó de manera individual, en una sala de clases, donde no existían distracciones para la ejecución de la prueba.
- b) *Determinación cargas de trabajo aeróbico:* tres días después a los estudiantes del grupo de intervención aeróbica se midió nuevamente su FCr con el mismo protocolo y se obtuvo su frecuencia cardíaca de reposo total (FCrT) con la media de ambas mediciones. Posterior a esto se determinó la frecuencia cardíaca máxima (FCmáx) con la fórmula de Karvonen (220-edad) y se determinó la frecuencia de entrenamiento (FCE) con la diferencia entre la FCmáx. y la FCrT. Con este valor se cuantificó la carga del esfuerzo físico aeróbico agudo entre un 60% y 70 % de trabajo (Willmore y Costill, 2002).
- c) *Determinación cargas de trabajo anaeróbico:* de igual forma después de tres días a los estudiantes del grupo de intervención anaeróbica se midió su FCr y se obtuvo su FCrT. Para ellos se estimó la repetición máxima (RM) de los músculos pectorales, dorsales, isquiotibiales y cuádriceps. La evaluación de la RM se obtiene con la fórmula de Bryzcki (1993):

$$1 \text{ RM} = \text{kg} / (1,0278 - 0,0278 * \text{rep})$$

Tomando el peso del encuestado y de acuerdo al número de repeticiones efectuadas, se determinó la carga de trabajo.



- d) *Medición basal de memoria visual*: luego de siete días a cada estudiante nuevamente se le determinó la FCr . Al grupo control se le aplicó posteriormente el test de memoria visual de Benton forma D. Se esperó una semana para la nueva aplicación del test ya que el recuerdo de un estímulo visual neutro disminuye a valores inferiores al 5% entre 6 y 7 días (Sahakian, 1976, citado en Papalia y Wendkos, 1998).
- e) *Programa aeróbico*: tras la medición de la FCr al grupo de intervención aeróbica se le administró una sesión de esfuerzo prolongado durante 30 minutos en una bicicleta estática a una intensidad entre el 60 y 70% de su FCmáx. Una vez finalizado esto se le aplicó nuevamente el test de memoria de Benton forma D.
- f) *Programa anaeróbico*: tras la medición de la FCr al grupo de intervención anaeróbica se le administró una sesión de trabajo de pesas realizando 4 series de 10 repeticiones con una carga del 80% de una RM en press banca, dorsal tras nuca, camilla de isquiotibiales y camilla de cuádriceps. Las pausas entre series fueron de 2 minutos y entre músculos de 3 minutos. Inmediatamente terminada la sesión de

trabajo se aplicó el test de memoria visual de Benton forma D con el mismo protocolo utilizado en la pre-intervención.

Análisis de datos: el análisis de datos se realizó a través del programa SPSS 16.0 para Windows. Se utilizó estadística descriptiva, pruebas de Kruskal-Wallis para comparar entre los grupos pre y post intervención y pruebas de Wilcoxon para comparar dentro de cada grupo pre y post intervención.

3. RESULTADOS

A continuación en la tabla 1 se muestran las clasificaciones de la muestra según los puntajes de la memoria visual obtenidos en la evaluación pre y post intervención, según la baremación de Maureira, Trujillo y Flores (2014). El grupo control posee 14 integrantes en la categoría baja en las dos mediciones realizadas, el grupo de ejercicio aeróbico posee 13 sujetos en la categoría baja en la medición pre-intervención la que se reduce a 7 en la post-intervención y el grupo de ejercicio anaeróbico posee 13 sujetos en la categoría baja pre-intervención y disminuye a 11 post-intervención.

Tabla I. Categorías de memoria visual de la muestra donde se aprecia el número de sujetos y porcentaje en cada una de ellas.

Categoría	Bajo	Medio bajo	Medio alto	Alto
Control pre	14 (93,3%)	1 (6,7%)	0 (0%)	0 (0%)
Control post	14 (93,3%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (6,7%)
Aeróbico pre	13 (86,7%)	2 (13,3%)	0 (0%)	0 (0%)
Aeróbico post	7 (46,7%)	3 (20%)	3 (20%)	2 (13,3%)
Anaeróbico pre	13 (86,7%)	2 (13,3%)	0 (0%)	0 (0%)
Anaeróbico post	11 (73,3%)	1 (6,7%)	3 (20%)	0 (0%)

En la Tabla II se presenta la prueba de Kruskal-Wallis (KW) donde se observa que los tres grupos de investigación (grupo aeróbico, anaeróbico y control) poseen puntuaciones similares en la memoria visual antes de la intervención (KW= 1,173; gl= 2; p= 0,556). También se observan los resultados de la

memoria visual de los tres grupos tras las intervenciones y se aprecia una diferencia entre ellos (KW= 6,290; gl= 2; p= 0,043), siendo el grupo control quien presenta una puntuación más baja y los grupos aeróbico y anaeróbico puntuaciones similares.



Tabla II. Valores promedios de los resultados del test de memoria visual y valores de la prueba Kruskal-Wallis de los tres grupos pre y post-intervención.

	Control	Aeróbico	Anaeróbico	KW
Medias Pre-intervención	3,27	3,80	3,73	1,173
Medias Post-intervención	3,80	5,40	4,93	6,290*

*Diferencia significativa la nivel de 0,05

En la Tabla III se observa la prueba de Wilcoxon, cuyo valor se expresa en puntuación Z. El grupo control muestra una igualdad en los resultados del test de memoria visual entre la primera y segunda aplicación ($Z = -1,126$; $p = 0,260$). Por su parte, el grupo con intervención aeróbica muestra una mejora en los resultados del test ($Z = -3,105$; $p = 0,002$), al igual que el grupo sometido a un trabajo físico anaeróbico ($Z = -2,994$; $p = 0,003$).

Tabla III. Valor Z de la prueba de Wilcoxon de los resultados de la memoria visual de la 1° y 2° medición del grupo control, aeróbico y anaeróbico.

Grupo	1° medición	2° medición	Z
Control	3,27	3,80	-1,126
Aeróbico	3,80	5,40	-3,105**
Anaeróbico	3,73	4,93	-2,994**

** Diferencia significativa la nivel de 0,01

4. DISCUSIÓN

Los resultados permiten concluir que una sesión de ejercicio aeróbico de 30 minutos en una bicicleta estática produce efectos sobre la memoria visual en estudiantes de Educación Física de la USEK, ya que se aprecian diferencias significativas entre la pre y post intervención. De igual forma, una sesión de ejercicio con pesas de una intensidad de 80% que contemplaba los ejercicios de: press banca, camilla para cuádriceps, sentadillas, y dorsales tras nuca, también producen efectos sobre la memoria visual de la muestra.

Los efectos benéficos del ejercicio aeróbico crónico y agudo sobre diversas funciones cognitivas han sido descritos en la introducción

de este trabajo, destacando el aumento de la vascularización (con el aumento de irrigación sanguínea al cerebro), la neurogénesis (con el aumento de neuronas en el hipocampo) y el aumento del volumen de la sustancia gris (mayor tamaño de ciertas zonas del cerebro) como los principales causantes de cambios morfológicos neurales, lo que explicarían las mejoras cognitivas que se producen con el ejercicio físico aeróbico.

Explicar los efectos del trabajo anaeróbico sobre la memoria visual es un tema un poco más complejo. En la literatura solo se encontró un trabajo de Córdova, Silva, Moraes, Simoes y Nóbrega (2009) quienes observaron el efecto de ejercicio anaeróbico a diversas intensidades del umbral anaeróbico (definido con una concentración de lactato de 3,5 mmol/L) sobre diversas funciones cognitivas. Ellos encontraron que a intensidades del 60%, 90% y 110% del umbral anaeróbico existen mejoras sobre la fluidez verbal, planificación y flexibilidad cognitiva, en relación al grupo control, siendo la intensidad del 90% la que presenta una mayor mejora.

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran al igual que el trabajo de Córdova et al. (2009) que no sólo el trabajo aeróbico influye sobre funciones cognitivas, sino también el trabajo anaeróbico puede ser un elemento para ayudar a la mejora de actividades cerebrales como las funciones ejecutivas y la memoria. Al parecer para estos autores los trabajos anaeróbicos de intensidades medias no logran acumular suficiente lactato en sangre como para producir bajas de pH y acidosis cerebrales suficientes para generar una disminución en la eficiencia cognitiva, situación que observan cuando aumentan la intensidad del trabajo.



5. CONCLUSIÓN

Una única sesión de 30 minutos de ejercicio aeróbico y anaeróbico fue suficiente para provocar mejoras en los niveles de memoria visual en una muestra de universitarios, situación similar a la constatada con trabajos crónicos de actividad física en la mejora de diversas funciones cognitivas.

Resultan necesarias más investigaciones sobre el ejercicio anaeróbico y sus efectos sobre la memoria y otras funciones cognitivas, siendo interesante replicar este trabajo con intensidades de trabajo con pesas del 60%, 70% y 90% de una RM de manera tal de determinar cuál es el nivel óptimo para trabajar dicha función cerebral. También sería importante estudiar los tiempos mínimos de trabajo anaeróbico necesarios para producir cambios en la memoria. Este estudio significa un aporte a los efectos del ejercicio físico no sólo aeróbico en la mejora de actividades cerebrales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aberg, M., Pedersen, N., Torén, K., Svartengren, M., Backstrand, B., Johnsson, T., Cooper-Khun, C., Aberg, N., Nilsson, M & Khun, H. (2009). Cardiovascular fitness is associated with cognition in young adulthood. *Proc Natl Acad Sci USA* 106, 20906–20911.
- Baker, A. (2002). *Medicina del ciclismo*. Barcelona: Paidotribo.
- Benton, L. (1981). *Test de retención visual*. Madrid: TEA
- Black, J., Isaacs, K., Anderson, B., Alcantara, A. & Greenough, W. (1990). Learning causes synaptogenesis, whereas motor activity causes angiogenesis, in cerebellar cortex of adult rats. *Proc Natl Acad Sci USA*, 87, 5568-5572.
- Brzycki, M. (1993). Strength testing: predicting a one-rep max from repetitions to fatigue. *JOPERD*, 64, 88-90.
- Buck, S., Hillman, C. & Castelli, D. (2008). The relation of aerobic fitness to stroop task performance in preadolescent children. *Medicine Science Sports Exercise*, 40, 166-172.
- Chaddock, L., Erickson, K., Prakash, R., Kim, J., Voss, M., Vanpatter, M., Pontifex, M., Raine, L., Konkel, A., Hillman, C, Cohen, N. & Kramer, A. (2010). A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children. *Brain Research*, 1358, 172-183.
- Córdova, C., Silva, V., Moraes, C., Simoes, H. & Nóbrega, O. (2009). Acute exercise performed close to the anaerobic threshold improves cognitive performance in elderly females. *Braz J Med Biol Res*, 42(5), 458-464.
- Cotman C. & Berchtold N. (2002). Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends Neuroscience*, 25, 295-301.
- Ferreira, J, Di santo, M., Morales, M., Sosa, M., Mottura, E. & Figueroa, C. (2011). Efecto agudo y crónico del ejercicio físico sobre la percepción-atención en jóvenes universitarios. *Calidad de Vida*, 3(6), 103-136.
- Kramer, A & Erickson, K. (2007). Capitalizing on cortical plasticity: influence of physical activity on cognition and brain function. *Trends Cognitive Science*, 11(8), 342-348.
- Markham J. & Greenough W. (2004). Experience-driven brain plasticity: beyond the synapse. *Neuron Glia Biol*, 1, 351-363.
- Maureira, F. (2014). *Principios de neuroeducación física*. Madrid: Editorial Académica Española.



Maureira, F., Díaz, I., Foos, P., Ibañez, C., Molina, D., Aravena, F., Bustos, C. & Barra, M. (2014). Relación de la práctica de actividad física y el rendimiento académico en escolares de Santiago de Chile. *Revista de Ciencias de la Actividad Física UCM*, 15(1), 43-50.

Maureira, F., Trujillo, H. & Flores, E. (2014). Propiedades psicométricas y datos normativos del test de atención de Toulouse-Piéron y del test de memoria visual de Benton forma D en estudiantes de educación física de Chile. *Gaceta de Psiquiatría Universitaria*, 10(2), 238-245.

Papalia D. & Wendkos S. (1998). *Psicología*. Madrid: McGraw-Hill.

Sibley, B. & Etnier, J. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: A meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*, 15, 243-256.

Thomas, A., Dennis, A., Bandettini, P & Johansen, H. (2012). The effects of aerobic activity on brain structure. *Frontier in Psychology*, 3, 86-94.

Valencia, C., López, E., Tirado, V., Zea-Herrera, M., Lopera, F., Rupprecht, R. & Oswald, W. (2008). Efectos cognitivos de un entrenamiento combinado de memoria y psicomotricidad en adultos mayores. *Revista de Neurología*, 46(8), 465-471.

Willmore, J. & Costill, D. (2002). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona: Paidotribo.

Dirección para correspondencia:

Fernando Maureira Cid
Académico Universidad SEK

Contacto:
maureirafernando@yahoo.es

Recibido: 31-01-2015
Aceptado: 04-05-2015

