

Efectos del ejercicio físico moderado sobre la cognición en adultos mayores de 60 años

Juan L. Sánchez-González, José I. Calvo-Arenillas, Juan L. Sánchez-Rodríguez

Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia (J.L. Sánchez-González, J.I. Calvo-Arenillas). Departamento de Psicología Básica, Psicobiología y Metodología de las Ciencias; Facultad de Psicología (J.L. Sánchez-Rodríguez). Universidad de Salamanca. Salamanca, España.

Correspondencia:

Dr. Juan Luis Sánchez Rodríguez, Departamento de Psicología Básica, Psicobiología y Metodología de las Ciencias. Facultad de Psicología. Universidad de Salamanca. Avda. La Merced, 109-131. E-37005 Salamanca.

E-mail:

jlsanch@usal.es

Aceptado tras revisión externa:

08.01.18.

Cómo citar este artículo:

Sánchez-González JL, Calvo-Arenillas JI, Sánchez-Rodríguez JL. Efectos del ejercicio físico moderado sobre la cognición en adultos mayores de 60 años. Rev Neurol 2018; 66: 230-6.

© 2018 Revista de Neurología

Introducción. La evidencia clínica a lo largo de estos años indica que los individuos ancianos muestran con mayor frecuencia diversos cambios cognitivos. Estos cambios asociados a la edad se refieren sobre todo a las funciones mnésicas y a la rapidez de pensamiento y razonamiento. Numerosos estudios han demostrado que la actividad física puede establecerse como un mecanismo importante para la protección de las funciones cognitivas.

Objetivo. Contrastar la hipótesis de que el ejercicio físico es capaz de producir cambios en las funciones cognitivas de adultos mayores sanos sin deterioro cognitivo, mejorando su calidad de vida.

Sujetos y métodos. La población de estudio fue tomada de los participantes en el programa de revitalización geriátrica de la Universidad de Salamanca. La muestra estaba formada en un principio por un total de 44 sujetos de ambos sexos, con una edad media de 74,93 años. Para la valoración neuropsicológica de los sujetos se incluyó una serie de pruebas neuropsicológicas validadas: examen cognitivo minimental, test de retención visual de Benton, aprendizaje audioverbal de Rey, test de Stroop y test del trazo.

Resultados. Los resultados indican que una mayor actividad física se relaciona con un mejor rendimiento en las funciones cognitivas de los sujetos incluidos en este estudio, tras la aplicación del programa de revitalización geriátrica.

Conclusiones. El programa de revitalización geriátrica puede ser una herramienta útil de cara a la mejoría sobre la cognición en adultos mayores de 60 años, logrando un mejor bienestar en su calidad de vida.

Palabras clave. Edad. Ejercicio físico. Envejecimiento fisiológico. Funciones cognitivas. Revitalización geriátrica. Valoración neuropsicológica.

Introducción

La población residente en España se sitúa, según las cifras de población, en 46.468.102 millones de habitantes, de los cuales 8,6 millones son mayores de 65 años, lo que constituye el 18,5% de la población total. Castilla y León, Asturias, Galicia, País Vasco, Aragón y Cantabria son las comunidades autónomas más envejecidas, con proporciones de personas mayores que superan el 20% [1].

El envejecimiento afecta al funcionamiento del sistema nervioso central, así como al funcionamiento cardiopulmonar y de otros sistemas físicos. Estos cambios también darán lugar a la pérdida de memoria y de la atención, y a la reducción de la capacidad de aprendizaje [2-5].

Por otra parte, el aumento de las enfermedades ligadas a la edad genera gran preocupación tanto en el ámbito social como en el ámbito sanitario. Entre las enfermedades que más preocupación presentan se encuentran las demencias. Prevenir la aparición de estos procesos neurodegenerativos o retardar la aparición con hábitos de vida saludables, como el ejercicio físico, es el objetivo de muchos de

los nuevos proyectos, lo que provocaría un menor gasto sanitario y social [2].

La falta de actividad física es el cuarto factor de riesgo en lo que respecta a la mortalidad mundial. Un nivel adecuado de actividad física en los adultos reduce el riesgo de hipertensión, cardiopatía coronaria, ictus, diabetes, etc.; mejora el sistema óseo y funcional de los sujetos, no solamente la forma física, sino también el estado cognitivo; y produce una serie de cambios en el cerebro [6-12].

En los últimos años se han comenzado a estudiar los efectos del ejercicio físico en distintas estructuras cerebrales, como las áreas frontales [13]. Asimismo, el ejercicio físico reduce la atrofia relacionada con la edad en la corteza temporal [14] y produce aumentos significativos en el volumen de sustancia gris en las áreas anteriores del hipocampo [15-17].

Netz et al [18], en un estudio de 38 adultos, observaron que los sujetos que tenían una aptitud física alta (a través de una prueba de esfuerzo graduada, progresiva y máxima) obtenían mejores resultados de la función ejecutiva si se evaluaban con una batería neuropsicológica computarizada, donde se

observó una prevención significativa del deterioro cognitivo en edades avanzadas.

Autores como Hertzog et al [19], Ku et al [20] y Gow et al [21] afirman que las funciones cognitivas pueden beneficiarse de un estilo de vida saludable, sobre todo con una buena actividad física regular.

Dada la evidencia visible que apoya los beneficios del ejercicio físico en la estructura del cerebro, no resulta sorprendente que se puedan encontrar beneficios en la función cognitiva.

El objetivo de este trabajo consiste en estudiar si el ejercicio físico es capaz de producir mejoras en el estado cognitivo de los adultos mayores sanos.

Sujetos y métodos

Muestra

La población de estudio fue tomada de los participantes en el programa de revitalización geriátrica de la Universidad de Salamanca.

Desde el año 1994, el Área de Fisioterapia de la Universidad de Salamanca, en colaboración con el Excelentísimo Ayuntamiento de Salamanca, lleva a cabo un programa de revitalización geriátrica en el municipio de Salamanca en el que actualmente participan cerca de 500 personas, distribuidas en zonas o asociaciones de la ciudad. Cada grupo recibe tres sesiones de revitalización a la semana de 50 minutos cada una, durante seis meses.

La muestra estaba formada en un principio por un total de 44 sujetos de ambos sexos (8 varones y 36 mujeres), con una edad media de $74,93 \pm 6,256$ años (rango: 64-87 años), y la distribución de edades se puede considerar simétrica.

En relación con el nivel de estudios alcanzado por los sujetos, observamos que el 86,09% presentaba un nivel de estudios primarios; el 9,09%, estudios superiores; el 4,55%, estudios medios, y el resto (2,27%) únicamente sabía leer y escribir.

Una de las variables importantes que hubo que tener en cuenta en este estudio consistía en el porcentaje de asistencia de los sujetos a las sesiones de revitalización. La media se situó en $61,57 \pm 4,085$ sesiones, lo que suponía un 90,5% del total, y 67 fue el número máximo de asistencias.

Los 44 sujetos firmaron el consentimiento informado. La totalidad de la muestra cumplía los criterios de inclusión en el estudio: ser mayor de edad y no tener diagnosticada patología neurológica ni otros tipos de enfermedad que pudieran afectar tanto al rendimiento físico como a la realización de las pruebas neuropsicológicas.

La muestra inicial de 44 quedó reducida a 43 debido al abandono de uno de los participantes al mes de iniciar el programa de revitalización.

Pruebas

Para la valoración de las funciones cognitivas de los sujetos se incluyeron las siguientes pruebas:

- *Miniexamen cognitivo (MEC)* [22]. Es una prueba breve muy útil en el cribado del deterioro cognitivo, la estimación del grado de deterioro de los pacientes y la evaluación de los cambios experimentados como consecuencia del proceso de deterioro o de las medidas terapéuticas.
- *Test de retención visual de Benton (TRVB)* [23]. Evalúa el procesamiento visuoespacial, la memoria visual y las habilidades visuoespaciales, y la conceptualización visual y verbal. También es sensible a las alteraciones cognitivas asociadas al envejecimiento normal.
- *Aprendizaje audioverbal de Rey (AVR)* [24]. Permite evaluar el alcance de la memoria inmediata, proporciona una curva de aprendizaje, revela inclinaciones hacia patrones de interferencia retroactivos y proactivos, evalúa la confabulación existente en tareas de memoria y mide la retención después de una actividad mediadora.
- *Test de Stroop* [25]. Es una medida de la fluidez verbal y eficacia cognitiva. Mide la capacidad de inhibir estímulos que desencadenan respuestas automáticas y, por tanto, la capacidad para adaptar la percepción y acomodarse a demandas nuevas inhibiendo una respuesta habitual a favor de una inusual (flexibilidad cognitiva).
- *Test del trazo (parte A y B)* [26]. Evalúa las habilidades de rastreo visual y exploración visuoespacial y visuomotora. También evalúa la atención, la velocidad de búsqueda visual y la rapidez perceptivomotora.

Programa de revitalización geriátrica

La sesión básica de revitalización geriátrica o ejercicio físico moderado consistía en lo siguiente:

- Calentamiento durante 4-5 minutos en el que se combinaba la movilidad articular dinámica y la estática.
- Posteriormente se realizaban estiramientos de los principales grupos musculares.
- Nombramiento de las personas que acudían a la sesión para tener un seguimiento exhaustivo del número de asistencias.
- Ejercicios aeróbicos con los materiales disponibles (picas, pelotas, pesas y aros). Esta parte es la

que más variaba de una sesión a otra, pues unos días se utilizaban unos materiales, y otros días, otros, pero siempre con el objetivo de que el sujeto realizase ejercicio físico moderado.

- Hidratación.
- Estiramientos.
- Enfriamiento-respiración.

Las valoraciones neuropsicológicas de los sujetos se realizaron en los meses de octubre (pre) y mayo (post), de manera individualizada en horario de tarde en la sala 3 de la Escuela de Enfermería y Fisioterapia, con una duración de unos 45-50 minutos.

Para el análisis descriptivo de las variables cuantitativas se calcularon la media y la mediana como medidas de tendencia central y sus respectivas medidas de dispersión (desviación estándar y rango intercuartílico). En el caso de las variables cualitativas se calcularon porcentajes. Se llevó a cabo el test de Kolmogorov-Smirnov para comprobar la normalidad de las variables. Cuando las distribuciones eran normales, se llevó a cabo el test *t* para las medidas dependientes. En el caso de no normalidad, se utilizó el test no paramétrico de Wilcoxon para las medidas repetidas. Para el análisis del AVR se realizó un análisis de la varianza de dos factores de medidas repetidas: pre-post intervención y tiempos de medida. También se analizó el tipo de evolución temporal de las medidas mediante un contraste polinomial. Se llevó a cabo la corrección de Sidak para las comparaciones múltiples de los contrastes tras el ANOVA. Los niveles de significación utilizados fueron 0,05 y 0,01. El análisis estadístico se realizó mediante el programa SPSS v. 23.

Resultados

Los resultados informan de que ninguno de los sujetos participantes presentaban deterioro cognitivo, considerando las puntuaciones normales obtenidas en el MEC (Tabla I).

En segundo lugar, una vez realizado un contraste no paramétrico, se muestra la existencia de diferencias altamente significativas ($W = -4,33$; $p < 0,001$) entre ambas medidas, y en el segundo estudio se obtuvieron mayores puntuaciones, lo que ratifica el beneficio de las intervenciones practicadas (Tabla I).

En relación con el TRVB, los resultados informan de la existencia de diferencias significativas ($p = 0,0009$) en el número de aciertos obtenidos en la segunda fase, tras la intervención, en relación con la primera, y los sujetos presentan un mejor rendimiento en esta segunda fase (Tabla I).

El test no paramétrico (test de Wilcoxon) muestra resultados altamente significativos ($p < 0,0001$), con una diferencia de un punto en las medianas.

En relación con el número de errores en el TRVB, se igualan a los obtenidos en el número de aciertos. En el primer caso, el test de normalidad presenta resultados altamente significativos ($KS_{43} = 0,197$; $p < 0,0001$), mientras que las medidas postratamiento no son significativas ($p = 0,2$). Realizando la comparación entre los valores pre y postratamiento mediante el test de Wilcoxon, los resultados son altamente significativos ($KS_{43} = 0,113$; $p = 0,2$) (Tabla I).

Realizando la comparación entre los valores pre y postratamiento mediante el test de Wilcoxon, los resultados son altamente significativos ($W = -4,036$; $p < 0,0001$).

Respecto a los resultados obtenidos mediante la aplicación del AVR, en la tabla I se observan las distintas valoraciones alcanzadas en las cinco presentaciones de una lista de palabras, seguida cada una de ellas de su evocación inmediata, y una sexta evocación después de una tarea de interferencia antes y después de la intervención, lo que indica la presencia de diferencias significativas de las distintas valoraciones, antes y después de la intervención.

Si comparamos las diferencias con un análisis de la varianza con dos factores de medidas repetidas con dos factores intrasujetos (pre-post y las seis mediciones), se detecta que existen diferencias entre el pre y el post ($F_{1,42} = 15,88$; $p < 0,001$), y también hay diferencias entre las medidas ($F_{5,210} = 109,66$; $p < 0,001$). No se ha detectado interacción entre ambos factores ($F_{5,210} = 0,92$; $p = 0,457$) (Tabla II).

En la figura podemos observar la curva de aprendizaje obtenida por los sujetos en los dos momentos temporales. Como podemos apreciar, la evolución es parabólica ($p < 0,0001$), con un incremento hasta el tiempo 5 y un descenso en el momento 6. En la tabla II se reflejan las comparaciones por parejas.

Los resultados en el test de Stroop informan de que las distribuciones de frecuencias muestran que el comportamiento de las puntuaciones en las cuatro categorías de la prueba son simétricas, con resultados no significativos para el test de normalidad, excepto en la categoría de interferencia para las valoraciones pre (Tabla I).

Una vez realizados los contrastes paramétricos (Tabla I) sobre los valores descritos obtenidos, se observa la existencia de diferencias significativas en todas las categorías que evalúa este test, mejorando el rendimiento de los sujetos en las segundas valoraciones realizadas tras la intervención.

En el test del trazo (parte A) se ha detectado que la distribución de los valores pretest no sigue una

normal ($KS_{43} = 0,162$; $p = 0,006$); sin embargo, las observaciones postest sí siguen una distribución normal ($KS_{43} = 0,105$; $p = 0,2$). Por ello, realizamos un test no paramétrico donde se han detectado diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($W = -3,259$; $p = 0,001$). Como en resultados anteriores, se mantiene el mismo comportamiento en relación con el tiempo de ejecución de esta prueba, en el que observamos que los sujetos, tras la intervención, obtienen un menor tiempo de ejecución, lo que indica que la intervención mejora significativamente la atención, la velocidad de búsqueda visual y la rapidez perceptivomotora (Tabla I).

En relación con el trazo (parte B), al igual que en el trazo A, se ha detectado que la distribución de los valores pretest no sigue una distribución normal ($KS_{43} = 0,202$; $p < 0,0001$); sin embargo, las observaciones postest sí siguen una distribución normal ($KS_{43} = 0,126$; $p = 0,09$) (Tabla I). Como en la parte A, los resultados informan de un descenso significativo ($W = -4,913$; $p < 0,001$) en la realización de esta parte del test, lo que indica un aumento en la velocidad de búsqueda visual y la rapidez perceptivomotora tras la revitalización (Tabla I).

Discusión

El objetivo de este trabajo de investigación consistía en comprobar la posibilidad de un mejor rendimiento en funciones cognitivas como la memoria y las funciones ejecutivas en un grupo de adultos mayores sanos de ambos sexos. Tras una intervención de ejercicio aeróbico de seis meses de duración (programa de revitalización), los resultados indican que el ejercicio físico aeróbico es capaz de mejorar las funciones cognitivas de los sujetos.

Las puntuaciones obtenidas por los sujetos en el MEC antes de la intervención muestran la no existencia de deterioro cognitivo. Teniendo en cuenta que esta prueba logra una medición breve y cuantitativa [22], permite afirmar que la muestra utilizada en este estudio se sitúa en el rango de la normalidad, variable importante a la hora de determinar la consistencia y fiabilidad de los resultados obtenidos.

Se observa la existencia de diferencias significativas entre ambas medidas. Los sujetos obtuvieron mejores puntuaciones tras la intervención. Esto está en consonancia con lo obtenido por autores como John et al [27], quienes afirman que en una muestra de 199 sujetos encontraron mejorías significativas tras 12 meses de intervención. En nuestro estudio, las hemos obtenido con sólo seis meses mediante el programa de revitalización utilizado. En numerosos

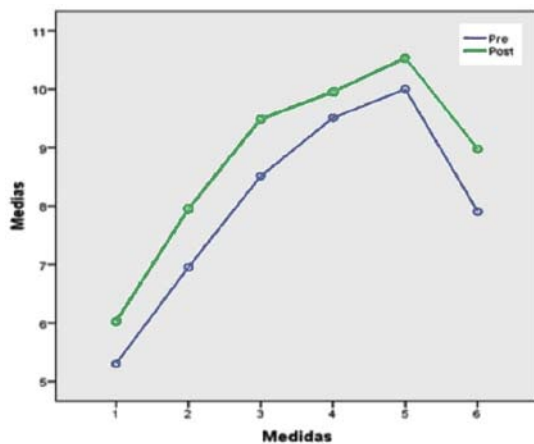
Tabla I. Descriptivos en el estado mental y la memoria.

		Primer momento (n = 43)	Segundo momento (n = 43)		
Estado mental	MEC	Media ± DE	27,79 ± 1,50	29,05 ± 0,80	
		Mediana	28	29	
		Rango intercuartílico	2	1	
Memoria	AVR ^a	Evocación 1	5,30 ± 2,08	6,00 ± 2,02	
		Evocación 2	6,90 ± 2,40	7,90 ± 2,41	
		Evocación 3	8,50 ± 2,30	9,40 ± 2,46	
		Evocación 4	9,50 ± 2,62	9,90 ± 2,47	
		Evocación 5	10,00 ± 2,39	10,50 ± 2,38	
		Evocación 6	7,90 ± 3,04	8,90 ± 2,99	
Memoria	TRVB	Media ± DE	4,65 ± 1,80	5,95 ± 1,60	
		Aciertos	Mediana	5	6
		Rango intercuartílico	3	2	
		Errores	Mediana	7	7
		Rango intercuartílico	6	5	
		Atención	Test de Stroop ^a	1.ª lámina	45,26 ± 8,25
2.ª lámina	40,12 ± 7,59			44,44 ± 6,11	
3.ª lámina	45,33 ± 6,09			51,65 ± 5,60	
Funciones ejecutivas	Test del trazo	Media ± DE	66,28 ± 26,95	53,98 ± 17,52	
		Parte A	Mediana	58	52
		Rango intercuartílico	33	21	
		Parte B	Media ± DE	179,69 ± 98,94	119,14 ± 37,08
		Mediana	144	115	
		Rango intercuartílico	97	61	

AVR: aprendizaje audioverbal de Rey; DE: desviación estándar; MEC: miniexamen cognitivo; TRVB: test de retención visual de Benton. ^aMedia ± DE.

estudios se observa una gran influencia en relación con el tiempo de aplicación del tratamiento. Por un lado, en el metaanálisis propuesto por Colcombe y Kramer [28] se resaltó la importancia de interven-

Figura. Curva de aprendizaje.



ciones de una duración igual o superior a seis meses. Para autores como Liu-Ambrose et al [29], esta duración no sería suficiente para encontrar mejorías cognitivas. Los autores no encontraron beneficios en la primera medición realizada a los seis meses, pero sí a los 12 meses.

Los resultados obtenidos en el TRVB muestran que los sujetos tuvieron un menor número de errores y un mayor número de aciertos tras la intervención, es decir, a través del ejercicio físico podemos obtener mejores puntuaciones en las distintas variables que evalúan las pruebas citadas anteriormente. Esto se sitúa en la línea de lo obtenido por autores como Guo et al [30], quienes concluyen en sus trabajos que los adultos mayores sanos que participaron en sesiones de ejercicio físico mostraban una mejor función cognitiva, en concreto en la memoria de trabajo visuoespacial.

Nuestros resultados no sólo encuentran mejoría en la memoria de trabajo visuoespacial, también observamos una mejoría significativa en la memoria visual y en las habilidades visuoconstructivas.

Los resultados obtenidos en el AVR nuevamente indican que los sujetos mostraron una mejoría significativa en la memoria inmediata tras la intervención, y proporcionan una curva de aprendizaje en la que observamos su evolución parabólica, lo que refleja una significativa retención incluso después de una actividad mediadora. Esto es similar a lo obtenido por Langlois et al [31], en cuyo estudio, tras 12 semanas de entrenamiento físico, el grupo con intervención obtuvo mejoría respecto al grupo control.

Tabla II. Comparaciones por parejas para detectar entre qué momentos hay diferencias significativas en el test audioverbal de Rey.

(I) Factor 2	(J) Factor 2	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	<i>p</i> ^a	Límite inferior	Límite superior
1	2	-1,791	0,162	0,000	-2,295	-1,287
	3	-3,337	0,233	0,000	-4,060	-2,615
	4	-4,070	0,252	0,000	-4,852	-3,287
	5	-4,605	0,252	0,000	-5,605	-3,822
	6	-2,779	0,311	0,000	-3,746	-1,812
2	3	-1,547	0,207	0,000	-2,189	-0,904
	4	-2,279	0,215	0,000	-2,945	-1,613
	5	-2,814	0,251	0,000	-3,592	-2,036
	6	-0,988	0,281	0,016	-1,861	-0,116
3	4	-0,733	0,154	0,000	-1,210	-0,255
	5	-1,267	0,167	0,000	-1,785	-0,750
	6	0,558	0,232	0,271	-0,163	1,280
4	5	-0,535	0,141	0,007	-0,971	-0,099
	6	1,291	0,231	0,000	0,573	2,009
5	6	1,826	0,229	0,000	1,116	2,535

^a Ajustado por el método de Sidak; intervalo de confianza al 95%.

Información similar reflejan Kramer et al [32], quienes en un grupo de sujetos entrenados aeróbicamente durante seis meses, obtuvieron una mejoría significativa en la memoria inmediata tras la intervención.

La mayoría de autores consultados, como Williamson et al [33] y van Uffelen et al [34], apoyan nuestros resultados, y afirman que el ejercicio físico puede mejorar la memoria inmediata.

Los datos encontrados en el análisis del test de Stroop de colores y palabras informan de que los sujetos obtuvieron diferencias significativas en todas las categorías que evalúa este test, y el rendimiento de los sujetos mejoró en las segundas valoraciones realizadas tras la intervención. Esto se sitúa en la línea de lo obtenido por Dustman et al [35], quienes, con una muestra de 13 sujetos de 55-70 años, caminando 60 minutos tres veces a la semana, lograron que los sujetos entrenados aeróbi-

camente obtuvieran una interferencia más reducida a la hora de hacer el test de Stroop.

Otros autores, como Smiley-Oyen et al [36], publican resultados similares a los hallados en nuestro estudio, con una muestra de sujetos que realizaba ejercicio aeróbico 30 minutos al día tres veces por semana. A los cinco meses de intervención, los sujetos mejoraron la precisión de la respuesta en la condición de interferencia del test de Stroop, y a los 10 meses de intervención mejoraron en la velocidad de respuesta.

Nuevamente, nuestros sujetos, tras la intervención, obtuvieron mejoras significativas en el tiempo de ejecución del test del trazo, lo que es similar a lo publicado por Langlois et al [31] utilizando un grupo de entrenamiento físico durante tres meses, con tres sesiones a la semana, y que indicaron una mejoría significativa en la rapidez perceptivomotora con respecto al grupo control.

En general, los resultados encontrados se sitúan en la línea de las evidencias científicas revisadas [2], que informan de la alta probabilidad de que el ejercicio físico produzca un impacto en las funciones cognitivas, logrando prevenir el deterioro cognitivo durante el envejecimiento y mejorar dichas funciones en sujetos mayores que presentan signos de declive cognitivo [37].

Por último, en relación con la discusión de nuestros resultados y teniendo en cuenta futuras investigaciones, se requieren ensayos clínicos aleatorizados que incluyan tamaños de muestra más grandes y grupos control, que permitan superar algunas limitaciones y controlar las características metodológicas, lo que aumentaría la fiabilidad de los datos.

En conclusión, el programa de revitalización geriátrica puede ser una herramienta útil para mejorar la cognición en adultos mayores de 60 años y lograr un mejor bienestar en su calidad de vida.

Bibliografía

- Instituto Nacional de Estadística. España en cifras 2016. Madrid: Publicaciones INE; 2016.
- Franco-Martín M, Parra-Vidales E, González-Palau F, Bernate-Navarro M, Solís A. Influencia del ejercicio físico en la prevención del deterioro cognitivo en las personas mayores: revisión sistemática. *Rev Neurol* 2013; 56: 545-54.
- Hernández-Ramos E, Cansino S. Envejecimiento y memoria de trabajo: el papel de la complejidad y el tipo de información. *Rev Neurol* 2011; 52: 147-53.
- Alberca R, López-Pousa S. Enfermedad de Alzheimer y otras demencias. 3 ed. Tomo I. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2006.
- West R. An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychol Bull* 1996; 120: 272-92.
- Organización Mundial de la Salud. Actividad física. Nota descriptiva. Febrero de 2017. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/es/>. [01.10.2017].
- McAuley E, Kramer AF, Colcombe SJ. Cardiovascular fitness and neurocognitive function in older adults: a brief review. *Brain Behav Immun* 2004; 18: 214-20.
- Etnier J, Johnston R, Dagenbach D, Pollard RJ, Rejeski WJ, Berry M. The relationships among pulmonary function, aerobic fitness, and cognitive functioning in older COPD patients. *Chest* 1999; 116: 953-60.
- Podewils LJ. Physical activity, APOE genotype, and dementia risk: findings from the Cardiovascular Health Cognition Study. *Am J Epidemiol* 2005; 161: 639-51.
- Yaffe K, Barnes D, Nevitt M, Lui LY, Covinsky K. A prospective study of physical activity and cognitive decline in elderly women: women who walk. *Arch Intern Med* 2001; 161: 1703-8.
- García-Soto E, López de Munain ML, Santibáñez M. Impacto del ejercicio físico en la función cognitiva tras el ictus: una revisión sistemática. *Rev Neurol* 2013; 57: 535-41.
- Kramer AF, Erickson KI, Colcombe SJ. Exercise, cognition, and the aging brain. *J Appl Physiol* 2006; 101: 1237-42.
- Oberlin LE, Verstynen TD, Burzynska AZ, Voss MW, Prakash RS, Chaddock-Heyman L, et al. White matter microstructure mediates the relationship between cardiorespiratory fitness and spatial working memory in older adults. *Neuroimage* 2016; 131: 91-101.
- Colcombe SJ, Erickson KI, Raz N, Webb AG, Cohen NJ, McAuley E. Aerobic fitness reduces brain tissue loss in aging humans. *J Gerontol* 2003; 58: 176-80.
- Erickson KI, Prakash RS, Voss MW, Chaddock L, Hu L, Morris KS, et al. Aerobic fitness is associated with hippocampal volume in elderly humans. *Hippocampus* 2009; 19: 1030-9.
- Thomas AG, Dennis A, Rawlings NB, Stagg CJ, Matthews L, Morris M, et al. Multi-modal characterization of rapid anterior hippocampal volume increase associated with aerobic exercise. *Neuroimage* 2016; 131: 162-70.
- Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2011; 108: 3017-22.
- Netz Y, Dwolatzky T, Zinker Y, Argov E, Agmon R. Aerobic fitness and multidomain cognitive function in advanced age. *Int Psychogeriatr* 2011; 23: 114-24.
- Hertzog C, Kramer A, Wilson R, Linderberg U. Fit body, fit mind. *Sci Am Mind* 2009; 20: 24-31.
- Ku P, Stevinson C, Chen L. Prospective associations between leisure-time physical activity and cognitive performance among older adults across an 11 years period. *J Epidemiol* 2012; 22: 230-7.
- Gow AJ, Corley J, Starr JM, Deary IJ. Reverse causation in activity cognitive ability associations: the lothian birth cohort 1936. *Psychol Aging* 2012; 27: 250-5.
- Lobo A, Ezquerro J, Gómez-Bugarda F, Sala JM, Seva-Díaz A. El miniexamen cognoscitivo (un test sencillo y práctico para detectar alteraciones intelectuales en pacientes médicos). *Actas Luso Españolas de Neurología, Psiquiatría y Ciencias Afines* 1979; 7: 198-202.
- Benton AL, Hamsner KS. Contributions to neuropsychologic assessment. New York: Oxford University Press; 1983.
- Rey A. Memorisation d'une serie de 15 mots en 5 répétitions. L'examen clinique en psychologie. Paris: PUF; 1968.
- Stroop JR. Studies of interference in serial verbal reactions. *J Exp Psychol* 1935; 18: 643.
- Reitan RM. Trail Making Test. Manual for administration and scoring. Tucson: Reitan Neuropsychology Laboratory; 1992.
- John RB, Jennifer CD, Teresa LA. Longitudinal analysis of physical performance, functional status, physical activity, and mood in relation to executive function among older fallers. *J Am Geriatr Soc* 2015; 63: 1112-20.
- Colcombe S, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychol Sci* 2003; 14: 125-30.
- Liu-Ambrose T, Nagamatsu LS, Graf P, Beattie BL, Ashe MC, Handy TC. Resistance training and executive functions: a 12-month randomized controlled trial. *Arch Intern Med* 2010; 170: 170-8.

30. Guo W, Wang B, Lu Y, Zhu Q, Shi Z, Ren J. The relationship between different exercise modes and visuospatial working memory in older adults: a cross-sectional study. *Peer J* 2016; 20: 2254-67.
31. Langlois F, Vu TM, Chasse K, Dupuis G, Kergoat MJ, Bherer L. Benefits of physical exercise training on cognition and quality of life in frail older adults. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 2012; 68: 400-4.
32. Kramer AF, Hahn S, McAuley E, Cohen NJ, Banich MT, Harrison C, et al. Exercise, aging and cognition: healthy body, healthy mind. In Fisk AD, Rogers WA, eds. *Human factors interventions for the health care of older adults*. San Diego: Academic Press; 2001. p. 91-120.
33. Williamson JD, Espeland M, Kritchevsky SB, Newman AB, King AC, Pahor M, et al. Changes in cognitive function in a randomized trial of physical activity: results of the lifestyle interventions and independence for elders pilot study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2009; 64: 688-94.
34. Van Uffelen JG, Chin A, Paw MJM, Hopman-Rock M, Van Mechelen W. The effects of exercise on cognition in older adults with and without cognitive decline: a systematic review. *Clin J Sport Med* 2008; 18: 486-500.
35. Dustman RE, Ruhling RO, Russell EM, Shearer DE, Bonekat HW, Shigeoka JW, et al. Aerobic exercise training and improved neuropsychological function of older individuals. *Neurobiol Aging* 1984; 5: 35-42.
36. Smiley-Oyen AL, Lowry KA, Francois SJ, Kohut ML, Ekkekakis P. Exercise, fitness, and neurocognitive function in older adults: the 'selective improvement' and 'cardiovascular fitness' hypotheses. *Ann Behav Med* 2008; 36: 280-90.
37. Miller DI, Taler V, Davidson PS, Messier C. Measuring the impact of exercise on cognitive aging: methodological issues. *Neurobiol Aging* 2012; 33: 29-43.

The effects of moderate physical exercise on cognition in adults over 60 years of age

Introduction. Clinical evidence gathered in recent years indicates that elderly individuals more frequently display cognitive changes. These age-related changes refer, above all, to memory functions and to the speed of thinking and reasoning. A number of studies have shown that physical activity can be used as an important mechanism for protecting the cognitive functions.

Aim. To test the hypothesis that physical exercise is able to bring about changes in the cognitive functions of healthy elderly adults without cognitive impairment, thereby improving their quality of life.

Subjects and methods. The study population included participants in the University of Salamanca geriatric revitalisation programme. The sample initially consisted of a total of 44 subjects of both sexes, with a mean age of 74.93 years. The neuropsychological evaluation of the subjects included a series of validated neuropsychological tests: Mini-Mental State Examination, Benton Visual Retention Test, Rey Auditory Verbal Learning Test, Stroop Test and Trail Making Test.

Results. The results show that more physical activity is related to better performance in the cognitive functions of the subjects included in this study, after applying the geriatric revitalisation programme.

Conclusions. The geriatric revitalisation programme can be a valuable tool for improving cognition in adults over 60 years of age, resulting in enhanced well-being in their quality of life.

Key words. Age. Cognitive functions. Geriatric revitalisation. Neuropsychological evaluation. Physical exercise. Physiological ageing.