

METAANÁLISIS SOBRE EL EFECTO DEL EJERCICIO EN EL FUNCIONAMIENTO COGNITIVO EN ADULTOS MAYORES

**Pedro Carazo Vargas¹, Gerardo Araya Vargas^{1,2} y Walter Salazar Rojas¹
Universidad de Costa Rica¹, Universidad Nacional, de Costa Rica²**

RESUMEN: La calidad de vida es influenciada por el funcionamiento cognitivo, pues este se vincula con la vida independiente y con la capacidad para interactuar eficientemente con el medio. El propósito de la investigación fue analizar la magnitud del efecto del ejercicio (tamaño de efecto o ES) en la cognición de las personas adultas mayores, identificando la influencia de las particularidades del estudio, el tipo de muestra, las características del ejercicio y el tipo de prueba realizada. Para tal fin se meta-analizaron 44 investigaciones desarrolladas con individuos mayores de 50 años, que efectuaron algún tipo de ejercicio de manera supervisada; se produjeron un total de 485 tamaños de efecto (ES) basados en un total de 2266 sujetos. Se determinó que las variables sexo, estado de salud, tipo de actividad, intensidad, frecuencia semanal, tiempo de las sesiones, tamaño del grupo y cambio producido en el VO₂, corresponden a variables que moderan significativamente los efectos del ejercicio en la cognición. La evidencia encontrada genera pautas que recomiendan a la persona adulta mayor que desea mejorar su funcionamiento cognitivo realizar algún tipo de actividad que incluya el componente aeróbico y que esta se haga a una intensidad moderada, en sesiones no mayores a los 75 minutos, a la mayor frecuencia semanal posible (5 o más veces por semana).

PALABRAS CLAVE: Cognición, personas adultas mayores, ejercicio, revisión metaanalítica.

ABSTRACT: The purpose of this research was to analyse the effect size (ES) of exercise on cognition in elder people, focusing on moderator variables as type of study and other related characteristics, type of sample, exercise characteristics, type of cognitive test. It was meta-analised

44 researches about people elder than 50 years old that have been doing some kind of exercise. It was obtained 485 ES from 2266 subjects. There were significant moderator variables: sex, health status, kind of activity, intensity, sessions per week, time per session, group size and change on VO2. Those variables have moderation effects on exercise and cognition relationship. Conclusions: some kind of aerobic exercise, practiced at moderate intensity, 5 or more times per week, no more than 75 minutes per session; may improve cognition in people elder than 50 years old.

KEYWORDS: Cognition, elder people, exercise, meta-analytic review.

RESUMO: A qualidade de vida es influenciada pelo funcionamento cognitivo, pois este se vincula com a vida independente e com a capacidade para interatuar eficientemente com o meio. O objetivo da pesquisa foi analisar a magnitude efeito do exercício (tamanho do efeito ou ES) na cognição de pessoas idosas, identificando a influência das particularidades do estudo, o tipo de amostra, as características do exercício e o tipo de teste realizado. Para tal objetivo foram meta-analisados 44 pesquisas desenvolvidas com indivíduos com idade superior a 50 anos, que realizaram algum tipo de exercício de maneira supervisionada; foi produzido um total de 485 tamanhos de efeito (ES) baseados em um total de 2266 sujeitos. Foram determinadas as variáveis sexo, estado de saúde, tipo de atividade, intensidade, frequência semanal, tempo das sessões, tamanho do grupo e alterações produzidas no VO2, correspondendo às variáveis que moderam significativamente os efeitos do exercício na cognição. A evidência encontrada gera pautas que recomendam que a pessoa idosa que deseja melhorar seu funcionamento cognitivo deve realizar algum tipo de atividade que inclua o componente aeróbico e que esta seja realizada a uma intensidade moderada, em sessões não superiores aos 75 minutos, na maior frequência semanal possível (5 ou mais vezes por semana).

PALABRAS-CHAVE: Cognição, pessoas idosas, exercício, metanálise.

INTRODUCCIÓN

El mejoramiento en las facultades cognitivas como resultado de la práctica de actividad física se han expuesto en una serie de teorías que intentan explicar esta relación. Es así, como Etnier, Salazar, Landers, Petruzello, Han y Nowell (1997) al citar los trabajos de una serie de investigadores, indican que el vínculo entre el ejercicio y las mejoras cognitivas podría originarse en diversos planteamientos: un incremento en el flujo sanguíneo cerebral que elevaría la cantidad de nutrientes en el cerebro, un aumento en los niveles de neurotransmi-

sores cerebrales como la norepinefina, las endorfinas y la serotonina, o cambios permanentes en la estructura cerebral, como el incremento en la densidad vascular de la corteza del cerebro.

Por su parte, Sanabria (1995), también argumenta que los beneficios percibidos en el sistema cardiovascular y la mayor actividad metabólica cerebral son los responsables de una mejor función cerebral, ya que una buena capacidad aeróbica favorece el transporte de oxígeno al sistema nervioso central, además de que, al llegar más sangre al cerebro se producirán efectos positivos en la condi-

ción vascular cerebral. Dicha autora también apoya la teoría de que, un aumento en la secreción de hormonas y neurotransmisores como las encefalinas, que producen una mejora en el estado de ánimo, los aminoácidos como el triptofano, e incrementos en los niveles de epinefrina y norepinefrina; serían los responsables del incremento de la función cognitiva.

Con el propósito de aclarar la relación entre el ejercicio y la cognición, se han desarrollado investigaciones metaanalíticas que, aunque incluyeron poblaciones desde infantiles hasta de individuos de 90 años, brindan un importante aporte al conocimiento de este vínculo en las personas adultas mayores.

Sobre esta línea Sanabria (1995), condujo un meta-análisis sobre los efectos del ejercicio en parámetros cognitivos, en el que incluyó 57 estudios que produjeron un total de 402 tamaños de efecto, basados en 2107 sujetos, concluyendo que, de manera generalizada la actividad física produce efectos crónicos significativos en los cuatro parámetros cognitivos analizados, presentándose los mayores incrementos en la memoria (ES=1.07), seguidos por la creatividad (ES=0.64), el tiempo de reacción (ES=0.41) y la inteligencia (ES=0.35), especialmente en las etapas de niñez y vejez, donde el organismo está más propenso a experimentar modificaciones. Al analizar el impacto que tiene el tipo de ítem sobre estas variables, se demostró que, aunque los mayores efectos se dan con los ítems de tipo verbal (ES=0.81), geométrico (ES=0.63) y de tiempo de

reacción (ES=0.46), también se presentan tamaños de efecto significativos.

Al analizar el tipo de ejercicio se hallaron mayores efectos para el ejercicio crónico tanto en la inteligencia (ES=0.4), la memoria (ES=1.22), la creatividad (ES=0.78) y el tiempo de reacción (ES=0.48), respecto al ejercicio de tipo agudo en las mismas variables de la inteligencia (ES=0.22), la memoria (ES=0.60), la creatividad (ES=0.45) y el tiempo de reacción (ES=0). En cuanto a las diferencias entre sexos, se halló que en la inteligencia se presentó un mayor tamaño de efecto en los hombres (ES=0.35) que en las mujeres (ES=0.00), mientras que en la memoria hubo cambios significativos en ambos, pero con una mayor magnitud en las mujeres (ES=1.81) respecto a los hombres (ES=1.20), además de que en el tiempo de reacción los tamaños de efecto significativos se presentaron únicamente en las mujeres (ES=1.00).

Así mismo, se describe que la intensidad del ejercicio no presentó diferencias significativas y que no se logró analizar el impacto de la condición física de los sujetos debido a la falta de evidencias y se resalta cómo, a pesar de que no se mostraron incrementos significativos en los efectos del ejercicio de tipo agudo en las diferentes áreas cognitivas, se encontró una tendencia que señala que estos efectos se incrementan cuando el ejercicio es de tipo aeróbico (ES=0.51) y es realizado por un lapso de tiempo de 41 a 50 minutos (ES=0.60). Para el ejercicio crónico se describió que los mayores efectos se dan con el ejercicio aeróbico

que se realiza en sesiones de 50 a 90 minutos, de 3 a 5 veces por semana a una intensidad de 60% a 85%. Finalmente, al analizar el impacto de las características de los estudios sobre los tamaños de efecto encontrados se describió que para la memoria, la creatividad y el tiempo de reacción, los tamaños de efecto se ven alterados de acuerdo al tipo de asignación empleado, e incrementados cuando las investigaciones son de tipo experimental.

Un posterior metaanálisis elaborado por Etnier, y col. (1997), respaldó estos hallazgos determinando que la actividad física posee un tamaño de efecto sobre el desempeño cognitivo de 0.25 indistintamente de la edad y de 0.19 en personas mayores de 60 años. Este efecto se mantiene de manera significativa tanto al realizar el ejercicio de manera aguda (ES=0.16), como cuando se desarrolla de una manera crónica (ES=0.33), justificando los mayores efectos del ejercicio crónico en una mejora en el acondicionamiento físico producido, al estar realizando la actividad por un largo periodo. Al analizar los factores que moderan los efectos del ejercicio agudo en la cognición, se halló que el sexo, influye en los resultados, ya que las muestras mixtas presentaron mayores tamaños de efecto (ES=0.70) en comparación con las que estaban constituidas únicamente por hombres (ES=0.03) o por mujeres (ES=0.14), además se encontró que en el ejercicio crónico la intensidad moderada es la que produce mayores beneficios (ES=0.84) respecto a la alta (ES=-0.70) y la baja (ES=-1.12).

También, se mostró que el ambiente en que se desempeña el ejercicio presenta una influencia sobre los tamaños de efecto, pues cuando este se desarrolló en un cuarto se presentaron mayores efectos (ES=0.67) que cuando se desarrolló en un hospital (ES=0.25) un gimnasio (ES=0.06) o cualquier otro ambiente (ES=0.10). Finalmente, se apreció que el tamaño del grupo de ejercicio juega un papel importante, pues los mayores tamaños de efecto se presentaron en los grupos compuestos por menos de 10 personas (ES=0.85) en comparación con cualquier otro tamaño de grupo. Además, no se encontró relación entre el tiempo de ejecución del ejercicio y el rendimiento cognitivo. Dichos autores también concluyeron que el método de asignación de los participantes a los tratamientos y el número de amenazas a la validez interna son elementos que intervienen en la magnitud de los tamaños de efecto.

Más recientemente, Colcombe y Kramer (2003) desarrollaron un metaanálisis enfocado en examinar la hipótesis de que el entrenamiento de tipo aeróbico mejora la capacidad cognitiva en las personas adultas mayores. En dicho estudio se incluyeron 18 investigaciones en las que participaron individuos sedentarios, mayores de 55 años que se involucraron por un mínimo de 13 semanas en programas de ejercicio basados en actividades aeróbicas, o en la combinación del entrenamiento cardiovascular con el de fuerza. Luego de clasificar las variables en cuatro grandes categorías, que incluían tareas de tiempo

de reacción simple, de memoria viso espacial y de tiempo de reacción en las que el sujeto debían emitir una respuesta determinada con diferentes grados de dificultad, los resultados determinaron que el ejercicio aeróbico produce un tamaño de efecto en las tareas cognitivas de 0.478 para los grupos experimentales y de 0.164 para los grupos controles, siendo significativo en ambas categorías. Sin embargo, los autores aclaran que a pesar de que se da un cambio positivo en la condición control, el ejercicio de tipo aeróbico produce un incremento dos cuartas partes superior al grupo control. Al analizar las diferentes categorías se determinó que los mayores cambios se daban en las tareas de tiempo de reacción que implican un alto y un moderado nivel de dificultad en la respuesta ($ES=0.68$ y $ES=0.461$), seguido por las tareas de memoria ($ES=0.426$) y de tiempo de reacción simple ($ES=0.274$). De acuerdo a la edad de los individuos se mostraron mayores beneficios entre las personas que tenían entre 66 y 70 años ($ES=0.26$) respecto a los individuos con edades entre los 55 y 65 años ($ES=0.11$) o los que tenían más de 71 años ($ES=0.08$). También se destaca que los participantes que realizaron un entrenamiento de fuerza combinado con uno aeróbico obtuvieron un mayor tamaño de efecto ($ES=0.59$), con respecto a que los que recibieron solamente un entrenamiento aeróbico ($ES=0.41$). En referencia a la duración del programa, los mayores efectos se presentaron en los que se extendieron por más de 6 meses ($ES=0.67$) respecto

a los que se desarrollaron en menos de 3 meses ($ES=0.52$), o en un lapso de 4 a 6 meses ($ES=0.27$). En cuanto a la duración de las sesiones, se encontró que los efectos menores se presentaron en los programas que utilizaban sesiones cortas ($ES=0.18$) en comparación con los que tenían sesiones de duración media o larga ($ES=0.61$ y $ES=0.47$). También se mostró que las poblaciones con características clínicas ($ES=0.47$) y no clínicas ($ES=0.48$) no presentan diferencias en los cambios obtenidos al realizar el ejercicio. Además, los autores describen cómo, a pesar de que debido a la falta de información no se logró efectuar un análisis estadístico comparativo, se apreció que cuando los grupos estaban conformados en su mayoría por mujeres se daban mayores beneficios, razón por la cual sostienen que el sexo podría representar una importante variable moderadora.

Al analizar las evidencias científicas, se puede apreciar que no se ha determinado concluyentemente el efecto de las características de la muestra, ni se han generado recomendaciones claras acerca de las características que debe presentar el ejercicio para que las personas adultas mayores obtengan beneficios a nivel cognitivo, por esto se pretende identificar la influencia que generan elementos tales como la edad, el sexo, el estado de salud y los hábitos de actividad física, además del tipo actividad y de ejercicio realizado, la intensidad del ejercicio, la frecuencia semanal, la cantidad de sesiones, la duración de las sesiones y del programa de ejercicio, así como del tamaño

del grupo y del ambiente en que se realiza el ejercicio y la relación entre el mejoramiento cardiovascular y los beneficios a nivel cognitivo; permitiendo profundizar en el estudio de los alcances del ejercicio y respaldando los programas de ejercicio dirigidos a la población de personas mayores.

METODO

Búsqueda de literatura

Se efectuó una revisión de literatura en las bases de datos EBSCOHost y Medline utilizando combinaciones de palabras claves como age, ageing, older, elderly, exercise, fitness, physical activity, cognitive, cognition, memory, reaction time.

Además se realizó una búsqueda en revistas tales como *Medicine and Science in Sport and Exercise*, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *Perceptual and Motor Skills*, *Journal of Sport and Exercise Psychology*, *Journal of Gerontology*, *Age and Ageing*, etc.

Se integraron los estudios desarrollados con individuos que tenían un promedio de edad superior a los 50 años, que hubieran efectuado algún tipo de ejercicio de manera supervisada, donde se midiera el efecto de dicho programa en variables cognitivas.

Cálculo de los tamaños de efecto

Siguiendo los procedimientos descritos por Thomas y French (1986), se analizaron los tamaños de efecto (ES) que comparan los cambios entre el pre test y el post test en los grupos experimentales y control. Los ES a partir de diferencias t y F , se determinaron mediante los line-

amientos planteados por Hedges y Olkin (1985) y los ES a partir de correlaciones mediante los de Rosenthal (1994). Para no sobreestimar los ES según el tamaño de la muestra, se calculó la fórmula de corrección del error de sesgo y peso que proponen Thomas y French (1986).?Luego de agrupar los tamaños de efecto según las variables de interés, se determinó el peso promedio del tamaño de efecto del grupo, el error estándar y una prueba Z para cada grupo según las fórmulas propuestas por Thomas y French (1986).

Codificación de variables moderadoras

Para establecer los factores que intervienen en la magnitud de los efectos de la actividad física sobre el funcionamiento de las personas mayores, se establecieron una serie de variables moderadoras que se incluyen en cuatro apartados. El primero incluye la información general que caracteriza el estudio, el segundo reúne la información general de los sujetos participantes, el tercero describe los elementos manipulados de la actividad física administrada y el cuarto apartado puntualiza las diferentes pruebas efectuadas en los distintos estudios.

Análisis Estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS versión 8.0. Para determinar la influencia sobre el ES de cada una de las variables independientes se emplearon análisis de varianza (ANOVA) de una vía según corresponda. Cuando se encontraron diferencias

significativas se aplicaron pruebas Post Hoc de Tukey. Se utilizó la técnica de la *z* metaanalítica para determinar si el ES era estadísticamente diferente de 0, para lo cual se siguieron los procedimientos descritos por Thomas y French (1986). Según Thomas, Salazar y Landers (1991), se estimó la magnitud de los ES de la siguiente manera: ES: <0.41, pequeño. ES: 0.41 a 0.70, moderado. ES: > 0.70, grande.

RESULTADOS

Se incluyeron 44 estudios publicados entre 1974 y 2003; en los mismos participaron individuos mayores de 50 años que realizaron ejercicio de manera supervisada. Se obtuvieron 485 ES basados en 2266 sujetos. Seis variables cognitivas (memoria, tiempo de reacción, inteligencia, salud mental, discriminación perceptual y habilidad verbal) se analizaron por ANOVA. Los grupos que realizaban ejercicio mostraron un ES=0.36 que fue significativamente mayor que el ES de los grupos que no realizaron ejercicio (ES=0.13), y los grupos de actividades sociales (ES=0.14). Además los hábitos de actividad física no presentaron tamaños de efecto significativos; la condición de activo o sedentario antes de iniciar el estudio, no implica diferencias en el mejoramiento logrado en la cognición, al realizar el programa de ejercicio.

Por otro lado, los sujetos con patologías muestran un mayor cambio que las personas que gozan de buena salud. Mejoras superiores al 12% en la capacidad cardiovascular tuvieron un efecto

significativo en la cognición global (ES=0.74) la memoria (ES=0.68) y tiempo de la reacción (ES=0.87). El tiempo de reacción simple mostró un ES menor (ES=0.19) que las tareas de tiempo de reacción complejas (ES=0.42). La mayor frecuencia del ejercicio por semana (5 sesiones por semana) generó el mayor mejoramiento en la cognición en general y en la memoria. Los programas de ejercicio que se extendieron entre 76 y 90 minutos fueron los que mostraron un menor tamaño de efecto (ES=-0.13). El ejercicio moderado tiene los mayores beneficios en la cognición general (ES=0.90) y en la memoria (ES=0.82). Además los grupos de ejercicio que tenían más de 21 participantes tenían menores ES (cognición general ES = 0.15, el memoria ES=0.19 y tiempo de la reacción ES=0.10).

Así mismo se encontró que la edad no presentó tamaños de efecto significativos en la cognición y que los grupos del ejercicio integrados por hombres y mujeres tenían mayor beneficio en la cognición. El ejercicio aeróbico presentó el mayor efecto en la cognición y la combinación de ejercicio aeróbico y entrenamiento de fuerza mostró un tamaño de efecto significativo en la cognición (ver Tablas 3, 4, 5 y 6) (ver Tablas 1 y 2).

Tabla 1 Tamaños de efecto (ES) según actividad realizada

	ES	DS	n	F	p	Z	p
Tipo de actividad				16.178	0.0001		
Ejercicio	0,36 ^{AB}	0,5	230			20,44	*
Control	0,13	0,34	160			4,42	*
Socialización	0,14	0,3	44			2,53	*

El superíndice ^{ABC} indica entre cuales ítems se encuentra una diferencia estadísticamente significativa. El asterisco indica que la categoría es estadísticamente diferente de cero.

Tabla 2 Tamaños de efecto (ES) según características de estudio

	ES	DS	n	F	p	Z	p
Tipo Investigación				0.134	0.72		
Experimental	0.42	0.74	266			15,39	*
No experimental	0.35	0.30	17			10,39	*
Tipo Diseño Experimental				3.923	0.02		
Puro	0.36	0.52	211			12,6	*
Cuasi - Experimental	0.49	0.66	14			6,79	*
Pre experimental	0.70 ^A	1.4	41			10,86	*
Asignación Sujetos				6.854	0.009		
Aleatorio	0.36	0.54	211			11,91	*
No aleatorio	0.64 ^A	1.19	55			11,87	*

Tabla 3. Tamaños de efecto (ES) según características de la muestra

	General				Memoria				Tiempo Reacción									
	ES	DS	n	F	p	Z	p	ES	DS	n	F	p	Z	p				
Genero				18.78	0.00						13.34	0.00			9.55	0.00		
Hombre	0.18	0.44	38			3,13	*	0.22	0.39	26			3,21	*	-0,35 _{BC}	0.33	4	-1,94
Mujer	0.14	0.30	67			3,36	*	0.13	0.26	41			2,07	*	0.23	0.38	17	2,15
Mixto	0,52 ^{AB}	0,52	136			18	*	0,55 ^{AB}	0,53	67			12,39	*	0.35	0.23	26	7,39
Edad				0.70	0.50						1.36						1.34	0.27
50-60	0.38	0.40	22			6,09	*	0.45	0.43	14			5,6	*	0.18	0.39	5	1,03
61-70	0.38	0.54	176			15,4	*	0.37	0.50	100			10,11	*	0.19	0.40	28	5,12
71+	0.28	0.30	43			5,83	*	0.21	0.32	20			3,31	*	0.37	0.21	14	4,67
Hábitos de activ. Física				2.57	0.09						0.34	0.17					1.83	0.17
Sedentario	0.43	0.52	107			10,6	*	0.36	0.46	72			6,73	*	0.38	0.27	12	4,3
Activos	0.39	0.37	39			11,3	*	0.44	0.44	13			5,71	*	0.30	0.27	13	5,34
NR	0.27	0.50	95			9,68	*	0.32	0.50	49			7,9	*	0.15	0.41	22	2,56
Estado Salud				4.90	0.03						3.33	0.07					0.07	0.78
Normal	0.32 ^B	0.52	174			13,5	*	0.31 ^B	0.49	97			9,02	*	0.24	0.36	44	6,38
Clinico	0.47	0.38	67			11,3	*	0.48	0.40	37			8,12	*	0.30	0.11	3	2,55

Tabla 4. Tamaños de efecto (ES) según características del Ejercicio

	General				Memoria				Tiempo Reacción								
	ES	DS	n	F	p	Z	p	ES	DS	n	F	p	Z	p			
Tipo Ejercicio				0.05	0.83						0.04	0.84					
Crónico	0.36	0.50	173			13,97 *	0.36	0.46	105				10,19 *	0.26	0.40	35	4,03 *
Agudo	0.38	0.52	48			7,24 *	0.34	0.54	26				4,47 *	0.15	0.19	8	1,89
Tipo actividad				10.35	0.00						6.44	0.00				1.61	0.16
Aeróbico	0.45 ^{DEF}	0.54	142			13,52 *	0.46 ^{DFG}	0.53	82				10,96 *	0.30	0.39	28	5,17 *
Contra Resist.	0.44 ^{DF}	0.48	19			6,9 *	0.33	0.22	10				3,44 *	0.01	0.01	5	0,02
Aer. - Resis.	0.31	0.39	19			5,38 *	0.17	0.28	3				2,24 *	0.48	0.28	4	2,67 *
Yoga	0.08	0.23	34			1,36	0.14	0.25	24				1,96 *	-0.05	0.06	6	-0,4
Otros	0.12	0.36	16			0,67	0.13	0.38	12				0,93	0.27	0.37	2	1,1
Control	0.13	0.34	160			4,42 *	0.12	0.33	94				2,98 *	0.17	0.35	27	3,11 *
Social	0.14	0.30	44			2,53 *	0.13	0.34	22				1,49	0.16	0.32	6	0,71
Intensidad				11.89	0.00						7.72	0.00				2.23	0.10
Baja	0.38	0.41	64			5,74 *	0.32	0.42	42				3,79 *	0.60	0.43	5	2,88 *
Moderada	0.90 ^{ACTD}	0.77	20			8,03 *	0.82 ^{ACD}	0.58	14				6,14 *	0.01	0.01	2	0,02
Alta	0.26	0.44	64			7,52 *	0.30	0.43	35				5,9 *	0.19	0.39	19	3,17 *
NR	0.26	0.38	72			6,93 *	0.23	0.27	39				4,87 *	0.20	0.29	17	2,36 *
Free Sem				10.02	0.00						4.12	0.02				2.33	0.14
1-2 por sem.	0.31	0.45	46			4,8 *	0.44	0.48	30				5,51 *	0.10	0.26	10	1,38
3-4 por sem.	0.24	0.45	101			8,5 *	0.22	0.47	59				6,26 *	0.32	0.43	25	4,24 *
5-6 por sem.	0.68 ^{AB}	0.63	31			6,52 *	0.51 ^B	0.36	18				3,98 *				
Tiempo ses				3.23	0.01						0.57	0.72				5.76	0.00
1 a 15	0.70 ^F	0.37	10			6,15 *	0.66	0.50	4				3,89 *				
16-30	0.44	0.32	12			3,36 *	0.40	0.26	4				1,51	0.46	0.36	8	3 *
31-45	0.46	0.64	60			9,08 *	0.34	0.52	33				5,93 *	0.36	0.22	13	4,08 *
46-60	0.27	0.46	117			7,27 *	0.34	0.49	81				7,81 *	-0.01 ^A	0.36	18	0,19
61-75	0.50	0.33	13			5,95 *	0.45	0.23	3				2,26 *	0.42	0.32	4	2,69 *
76-90	-0.13	0.25	4			-0,6	-0.15		1								
Duración programación				2.03	0.06						4.73	0.00				3.66	0.02
3a4 sem.	0.41	0.25	4			2,5 *	0.41	0.25	4				2,5 *				
5a6 sem.	0.32	0.07	4			2,29 *							0,32	0.07	4	2,29 *	
7a8 sem.	0.61	0.45	25			6,56 *	0.65 ^D	0.47	21				6,34 *				
9a12 sem.	0.38	0.38	47			6,12 *	0.31	0.42	24				2,11 *	0.45	0.35	13	3,94 *
13a16 sem.	0.23	0.53	87			5,4 *	0.19	0.34	58				5,11 *	-	0.35	14	-0,2
sem.17a26	0.24	0.56	2			1,02	0.60	1.15	5				5,81 *	0.03 ^{BD}	0.39	1	1,99 *
27+ sem.	0.34	0.75	13			5,74 *							0,42	0.32	3		2,09
Cantidad ses.				6.41	0.00						6.87	0.00				0.88	0.49
1a10	0.48	0.16	5			3,58 *	0.48	0.16	5				3,48 *				
11a20	0.64 ^{DF}	0.53	16			4,85 *	0.85 ^{DF}	0.57	10				4,92 *	0.30	0.18	6	2,54 *
21a30	0.42	0.26	7			3,21 *								0.42	0.26	7	0,63
31a40	0.21	0.35	70			4,23 *	0.19	0.32	44				2,52 *	0.21	0.44	10	0,58
41a50	0.18	0.39	49			4,68 *	0.23	0.38	34				4,69 *	0.08	0.55	9	0,8
51+	0.67 ^{DE}	0.78	30			8,31 *	0.60	0.71	14				6,65 *	0.42	0.32	3	2,09 *

Tabla 5. Tamaños de efecto (ES) según características del Ejercicio

	General					Memoria					Tiempo Reacción															
	ES	DS	n	F	p	Z	p	ES	DS	n	F	p	Z	p	ES	DS	n	F	p	Z	p					
Ambiente				3.84	0.00						2.11	0.07						2.23	0.084							
Laboratorio	0.43	0.55	17			5,72	*	0.39	0.59	7			3,46	*	0.29	0.18	4					2,18	*			
Hospital	0.71	0.50	8			5,01	*	0.65	0.57	6			3,91	*												
Hog. Ancian	0.13	0.36	15			0,77		0.09	0.36	11			0,53													
Gimn. Cent.	0.11	0.13	8			0,67		0.21	0.12	4			0,93		0.01	0.01	4						0,02			
Recre. Otro	0.70 ^C	0.77	20			5,74	*	0.52	0.51	5			3,13	*	0.36	0.27	10						3,16	*		
nr	0.51	0.58	22			3,37	*	0.61	0.59	15			3,34	*	0.59	0.50	4							2,09	*	
	0.30	0.43	131			10,9	*	0.32	0.44	83			9,32	*	0.14	0.40	21							2,22	*	
Tamaño grupo				27.4	0.00						11.54	0.00						4.55	0.02							
Menos de 10	0.73	0.66	36			9,07	*	0.63	0.52	20			5,4	*	0.47	0.50	5							1,8		
11 a 20	0.54	0.30	36			7,49	*	0.56	0.34	19			5,12	*	0.48	0.27	10							3,96	*	
Mas de 21	0.15 ^{AB}	0.39	105			6,81	*	0.19 ^{AB}	0.42	71			6,76	*	0.10 ^B	0.36	20							2,06	*	
Cambio VO₂máx.				9.20	0.00						6.21	0.00						1.77	0.21							
negativo	0.20	0.40	38			2,04	*	0.07	0.36	16			1,57		-0.05	0.06	6							-0.35		
1 a 5 %	0.27	1.06	7			5,25	*	0.32	0.77	12			5,82	*												
6 a 11 %	0.11	0.35	44			2,13	*	0.16	0.28	28			2,01	*	0.15	0.57	11							0,38		
Mas del 12%	0.74 ^{A C}		32			8,94	*	0.56	0.56	21			6,47	*	0.87		1								2,12	*
								0.68 ^{A C}																		

Tabla 6. Tamaños de efecto (ES) según características de Prueba

	ES	DS	n	F	p	Z	p
Prueba				2.455	0.02		
Memoria	0.36	0.47	134			11,79	*
Tiempo reacción	0.25	0.36	48			7,07	*
Inteligencia	0.68 ^B	0.48	18			9,18	*
Estado Mental	0.25	0.44	9			3,38	*
Discriminación Perceptual	0.28	0.48	14			4,1	*
Fluidez verbal	0.48	0.81	18			3,4	*
Tipo de ítem				0,813	0,541		
Auditivo	0.31	0.59	65			6,13	*
Númérico	0.46	0.25	8			3,82	*
Letras	0.31	0.36	25			6,13	*
Geométrico	0.42	0.38	47			9,07	*
Tiempo Reacción	0.26	0.37	43			7,07	*
Otro	0.41	0.54	43			7,38	*
Tipo de Memoria				0.540	0,464		
Auditiva	0.29	0.48	51			5,02	*
Visual	0.35	0.39	70			8,63	*
Tipo de Tiempo de Reacción				7.533	0,009		
Con elección	0.42 ^B	0.31	19			5,43	*
Sin elección	0.15	0.35	29			4,81	*

Figura 1. Efecto del Ejercicio según el tipo de grupo

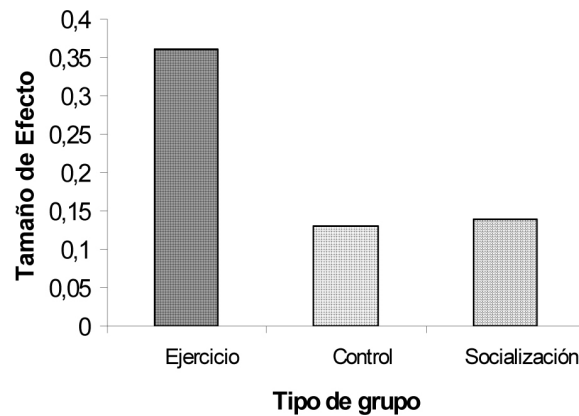
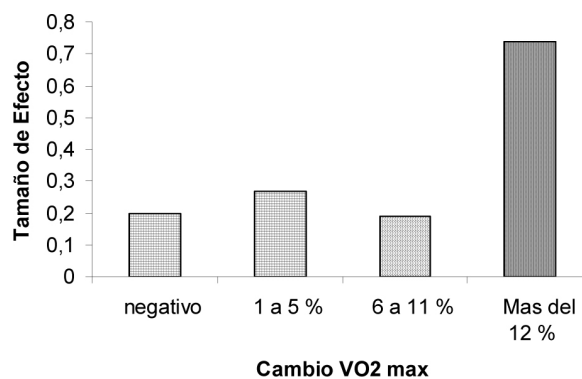


Figura 2. Cambio VO2 máx en la cognición en general.



DISCUSIÓN

Al examinar meta-analíticamente el efecto de la práctica de ejercicio sobre la cognición de las personas adultas mayores que practican ejercicio se logró evidenciar claramente que dicha práctica contribuye a que esta población incremente su capacidad cognitiva, con lo cual su calidad de vida estaría recibiendo

un beneficio. De esta manera, se logró retomar y extender los resultados obtenidos por Colcombe y Kramer (2003), en su meta-análisis, en el sentido de que, los grupos experimentales obtienen beneficios significativamente superiores a los que obtienen los individuos que no realizan ejercicio. También se comprobó que en aquellos que no realizan ejercicio

los tamaños de efecto son significativos y esto puede darse por un aprendizaje en la ejecución de las diferentes pruebas cognitivas.

Una comparación importante que se logró llevar a cabo fue la efectuada entre los grupos experimentales que recibían un tratamiento de socialización y los que se reunían a realizar ejercicio, pues esto permite corroborar que los beneficios en la cognición se producen como respuesta a la ejecución del ejercicio y no solamente por la influencia de reunirse e interactuar con otros individuos.

El tamaño de efecto encontrado que produce el ejercicio a nivel general en la cognición de las personas mayores ($ES=0.36$) es superior que el descrito por Etnier y col. (1997) para la población en general ($ES=0.25$) y ligeramente superior que el encontrado por Sibley y Etnier (2003) para personas entre los 4 y los 18 años ($ES=0.32$), lo cual refuerza las conclusiones de Sanabria (1995), en referencia a la existencia de una tendencia que indicaba el mayor beneficio cognitivo en los niños y las personas mayores que realizan ejercicio.

Además los grupos de ejercicio que tenían más de 21 participantes tenían menores ES, dando soporte a las conclusiones de Etnier y col. (1997), sobre el tamaño del grupo.

En los resultados se mostró que la edad no presentó tamaños de efecto significativos en la cognición y que los grupos del ejercicio integrados por hombres y mujeres tenían mayor beneficio en la cognición; este hallazgo puede explicarse por un efecto de la socialización que

podría ser analizado en futuras investigaciones. El ejercicio aeróbico presentó el mayor efecto en la cognición apoyando a Sanabria (1995). La combinación de ejercicio aeróbico y entrenamiento de fuerza mostró un tamaño de efecto significativo en la cognición en soporte a Colcombe y col. (2003).

CONCLUSIONES

La cantidad de estudios meta-analizados brindaron un gran respaldo a los resultados obtenidos y corroboraron muchas de la hipótesis surgidas en anteriores investigaciones citadas, permitiendo establecer pautas que funcionen como guías para los/as instructores/as que dirigen programas de ejercicio dirigidos a personas mayores y a estos mismos individuos, para que logren aumentar los beneficios que reciben al realizar el ejercicio. Gracias a esto y tomando en cuenta que todos los individuos poseen características distintas y deben realizar el ejercicio que los haga sentir a gusto; en procura de lograr beneficios cognitivos en las personas adultas mayores, la evidencia encontrada recomienda realizar algún tipo de actividad que incluya el componente aeróbico en su rutina de ejercicio, que éste se haga a una intensidad moderada, a la mayor frecuencia semanal posible, en sesiones no mayores a los 75 minutos.

**REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

- Aguirre, L. (2001). *Efectos crónicos del entrenamiento de fuerza sobre procesos cognitivos en personas mayores de 60 años*. Tesis de grado para optar por título de Licenciatura en educación física con énfasis en salud sin publicar. Universidad Nacional de Costa Rica.
- *Alfaro, Y. y Salazar, W (2001). Efecto agudo del ejercicio físico en la inteligencia y la memoria en hombres según la edad. . *Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 1 (2), 1-11.
- Black, J., Isaacs, K., Anderson, B., Alcantara, A. y Greenough, W. (1990) Learning causes synaptogenesis whereas motor activity causes angiogenesis, in cerebellar cortex of adults rats. *Proceedings of National Academic Sciences, USA*, 87 (14), 5568-5572.
- *Blumenthal, J., Emery, C., Madden D., George, L., Coleman, E., Riddle, M., McKee, D., Reasoner, J. y Williams, S. (1989). Cardiovascular and behavioral effects of aerobic exercise training in healthy older men and woman. *Journal of Gerontology*, 44 (5), 147-157.
- *Blumenthal, J., Emery, C., Madden, D., Schniebolk, S., Walsh-Riddle, M., George, L., McKee, D., Higginbotham, M., Cobb, F. y Coleman, E. (1991). Long-term effects of exercise on psychological functioning in older men and women. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 46, 352-361.
- *Bucola, V. y Stone, W. (1975). Effects of jogging and cycling programs on psychological and personality variables in age men. *The Research Quarterly*, 4 (2), 134-139.
- *Carazo, P., Ballesteros, C. y Araya, G. (2002). Funcionamiento cognitivo y físico en adultas mayores que participan en un programa de taekwondo. *Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 2 (1), 1-13. 1
- *Clarkson-Smith, L., y Hartley, A (1989). Relationships between exercise and cognitive abilities in older adults. *Psychology and aging*, 4 (2), 183-189.
- Colcombe, S., y Kramer, A. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychological Science*, 14 (2), 125-130.
- Colcombe, S., Kramer, A., Erickson, K., Scalf, P., McAuley, E., Cohen, N., Webb, A., Jerome, G., Marquez, D. y Elavsky, S. (2004). Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *PNAS*, 101 (9), 3316-3321.
- *Dawe, D. y Moore-Orr, R. (1995). Low intensity, range of motion exercise: invaluable nursing care for elderly patients. *Journal of advance Nursing*, 21, 675-681.
- *Diesfeldt, H., y Diesfeldt-Groenendijk, H. (1977). Improving cognitive performance in psychogeriatric patients: the influence of physical exercise. *Age and Aging*, 6 (1), 58-64.
- *Dustman, R., Ruhling, R., Russell, E., Shearer, D., Bonekat, W., Shigeoka, J., Wood, J., y Bradford, D. (1984). Aerobic exercise training and improved neurophysiological function of older adults. *Neurobiology of*

- Aging*, 5, 35-42.
- *Elsayed. M., Ismail, A., y Young, J. (1980) Intellectual differences of adult men related to age and physical fitness before and after an exercise program. *Journal of Gerontology*, 35 (3), 383-387
- *Emery, C y Gatz, M. (1990). Psychological and cognitive effects of an exercise program for community-residing older adults. *The Gerontologist*, 30 (2), 184-188.
- *Emery, C. (1994). Effects of age on physiological and psychological functioning among COPD patients in an exercise program. *Journal of Aging Health*, 6 (1), 3-16.
- *Emery, C., Schein, R., Hauck, E. y MacIntyre, N. (1998). Psychological and cognitive outcomes of a randomized trial of exercise among patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Health Psychology*, 17 (3), 232-240.
- *Emery, C., Honn, V., Frid, D., Lebowitz, K. y Diaz, P. (2001) Acute effects of exercise on cognition in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 164, 1624-1627.
- *Emery, C., Shermer, R., Hauck, E., Hsiao, E. y MacIntyre N. (2003). Cognitive and psychological outcomes of exercise in a 1-year follow-up study of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Health Psychology*, 22 (6), 598-604.
- Etnier, J., Johnston, R., Dagenbach, D., Pollard, J., Rejeski, J. y Berry, M. (1999). The relationship among pulmonary function, aerobic fitness, and cognitive functioning in older COPD patients. *Chest*, 116 (4), 953 – 960.
- Etnier, J., Salazar, W., Landers, D., Petruzzello, S., Han, M. y Nowell, P. (1997). The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: a Meta - analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 19, 249 - 277.
- *Etnier, J., y Berry, M. (2001) Fluid intelligence in an older COPD sample after short- or long-term exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33 (10), 1620-8.
- *Fabre, C., Chamari, K., Mucci, P., Massé-Biron, J. y Préfaut, C. (2002). Improvement of cognitive function by mental and or individualized aerobic training in healthy elderly subjects. *International Journal of Sport Medicine*, 23, 415-421.
- *Fabre, C., Massé-Biron, J., Chamari, K., Varray, A., Mucci, P. y Préfaut, C. (1999). Evaluation of quality of life in elderly healthy subjects after aerobic and or mental training. *Archives of gerontology and geriatrics*, 28, 9-22
- *Hassmen, P., Ceci, R. y Backman, L. (1992). Exercise for older women: A training method and its influences on physical and cognitive performance. *European Journal of Applied Physiology*. 64, 460-466.
- *Hawkins, H., Kramer, A., y Capaldi, D. (1992). Aging, exercise, and attention. *Psychology and Aging*, 7 (4), 643-653.
- Hedges, L. y Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. New York:

- American Press.
- *Hill, R., Storandt, M. y Malley, M. (1993). The impact of long-term exercise training on psychological function in older adults. *Journal of Gerontology*, 48 (1), 12-17.
- *Khatri, P., Blumenthal, J., Babyak, M., Crighead, E., Herman, S., Baldewicz, T., Madden, D., Doraiswamy, M., Waugh, R. y Krishnam, R. (2001). Effects of exercise training on cognitive functioning among depressed older men and women. *Journal of aging and physical activity*, 9, 43-57.
- Laurin, D., Verreault, R., Lindsay, J., MacPhearson, K. y Rockwood, K. (2001). Physical activity and risk of cognitive impairment and dementia in elderly persons. *Archives of Neurology*, 58, 498-504.
- *Madden, D., Blumenthal, J., Allen, P. y Emery, C. (1989). Improving aerobic capacity in healthy older adults does not necessarily lead to improved cognitive performance. *Psychology and Aging*, 4 (3), 307-320.
- *Márquez, M. y Rodríguez, M. (2002). Influencia del entrenamiento con pesas sobre la memoria y el tiempo de reacción. *Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 2 (1), 31-40.
- *Merzbacher, C. (1979) A diet an exercise regimen: its effects upon mental acuity and personality. *Perceptual and Motor Skills*, 48, 367-371.
- *Molloy, D., Beerschoten, D., Borrie, M., Crilly, R., y Cape, R. (1988). Acute effects of exercise on neuropsychological function in elderly subjects. *Journal of American Geriatric Society*, 36 (1), 23-33
- *Molloy, D., Delaquerriere, R., y Crilly, R. (1988) The effects of a three month exercise program on neuropsychological function in the elderly institutionalized women: a randomized controlled trial. *Age and Aging*, 17 (5), 303-310.
- *Morel, V. (1995). Estudio descriptivo de la condición física, del estado anímico y cognoscitivo de adultos mayores del área de San José. En Memoria II *Simposio Internacional en Ciencias del Deporte el Ejercicio y la Salud*. Universidad de Costa Rica.
- *Morel, V. (1996). Relaciones entre la funcionabilidad, el nivel de actividad física, el estado cognitivo y anímico de adultos mayores participando de programas recreativos de actividad física. En Memoria III *Simposio Internacional en Ciencias del Deporte el Ejercicio y la Salud*. Universidad de Costa Rica.
- *Moul, J., Goldman, B. y Warren, B. (1995). Physical activity and cognitive performance in the older population. *Journal of Aging and Physical Activity*, 3, 135-145.
- *Okumiya, K., Matsubayashi, K., Wada, T., Kimura, S., Doi, Y. y Ozawa, T. (1996). Effects of exercise on neurobehavioral function in community-dwelling older persons more than 75 years of age. *Journal of the American Geriatrics Society*, 44 (5), 569-572.
- *Palleschi, L., Vetta, F., De Gennaro, E., Idone, G, Sottosanti, G., Gianni, W. y Marigliano, V. (1996). Effect of aerobic training on the cognitive per-

- formance of elderly patients with senile dementia of Alzheimer type. *Archives of Gerontology and Geriatrics, Suppl. 5*, 47-50.
- *Perri, S., y Templer, D. (1985). The effects of an aerobic exercise program on psychological variables in older adults. *International Journal of Aging and Human Development*, 20 (3), 167-171.
- *Perrig, P., Perrig, W., Ehlsam, R., Staehelin, H. y Krings, F. (1998). The effects of resistance training on well-being and memory in elderly volunteers. *Age and Aging*, 27, 469-475.
- *Powell, R. (1974). Psychological effects of exercise therapy upon institutionalized geriatric mental patients. *Journal of Gerontology*, 29, 157-161.
- *Reuter, I., Engelhardt, M., Stecker, K. y Baas H. (1997). Therapeutic value of exercise training in Parkinsons disease. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(11), 1544-1549.
- *Rikli, R. y Edwards, D. (1991). Effects of a three year exercise program on motor function and cognitive processing speed in older Women. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 62 (1), 61-67.
- *Roberts, B. (1990). Effects of walking on reaction and movement times among elders. *Perceptual and motor skills*, 71, 131-140.
- *Roth, D., Goode, K., Clay, O., Ball, K. (2003). Association of physical activity and visual attention in older adults. *Journal of aging and health*, 15 (3), 534-547.
- Rosenthal, R (1994). Parametric measures of effect size. En H. Cooper y L. Hedges (Eds.), *The Handbook of Research Synthesis* (pp. 231-244). New York: Rusell Sage Foundation.
- Sanabria, I. (1995). *Meta - Análisis sobre los efectos del ejercicio en parámetros cognitivos*. Tesis de grado para optar por el grado Licenciada en Educación Física sin publicar. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Sibley, B. y Etnier, J. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*, 15, 243-256
- *Stacey, T., Kozma, A y Stones, M. (1985) Simple cognitive and behavioral changes resulting from improved physical fitness in persons over 50 years of age. *Canadian Journal of Aging*, 4 (2), 67-74.
- *Stevenson J.S. y Topp R. (1990) Effects of moderate and low intensity long-term exercise by older adults. *Research Nursey Health*, 13 (4), 209-18.
- *Stones, M. y Dawe, D. (1993), Acute exercise facilitates semantically cued memory in nursing home residents. *Journal of American Geriatric Society*, 41 (5), 531-534.
- Thomas, J. y French, K. (1986). The use of meta-analysis in exercise and sport: A tutorial. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 57 (3), 196-204.
- *Williams, P. y Lord, S. (1997) Effects of group exercise on cognitive functioning and mood in older women. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 21_(1), 45-52.
- * Las referencias señaladas con asterisco indican los estudios incluidos en el meta-análisis.