

Impacto del ejercicio físico en la función cognitiva tras el ictus: una revisión sistemática

Eduarne García-Soto, M. Lourdes López de Munaín, Miguel Santibáñez

Introducción. El ictus es una de las principales causas de discapacidad. El ejercicio físico ha demostrado beneficio en la rehabilitación física de estos pacientes, pero su impacto en la función cognitiva no ha sido tan estudiado.

Objetivo. Revisar los estudios que han evaluado el impacto del ejercicio físico, específicamente del entrenamiento en fuerza/resistencia, sobre la mejora cognitiva en estos pacientes.

Pacientes y métodos. Se realizó una búsqueda en CENTRAL, Medline e ISI Web of Knowledge de estudios llevados a cabo en pacientes con ictus en los que se intervino con ejercicio físico y se evaluó la función cognitiva tras la intervención.

Resultados. Se identificaron cinco estudios (93 pacientes). Los estudios identificados muestran una gran heterogeneidad en los tests usados para evaluar la función cognitiva y en los protocolos de ejercicio, y apoyan el impacto positivo del entrenamiento aeróbico en la mejora en la función cognitiva. Los dos últimos estudios publicados (50 pacientes) han evaluado de manera específica la combinación de entrenamiento aeróbico y de fuerza/resistencia. Estos estudios sugieren que añadir fuerza/resistencia mejoraría en mayor medida la función cognitiva en general y la función ejecutiva en particular.

Conclusiones. La actividad física constituye una estrategia prometedora para mejorar las funciones cognitivas tras el ictus. Se necesitan ensayos clínicos de mayor tamaño muestral y con mayor homogeneidad, tanto en los protocolos de ejercicio como en los tests usados para la función cognitiva, que confirmen estos resultados.

Palabras clave. Accidente cerebrovascular. Deterioro cognitivo. Ejercicio físico. Entrenamiento físico. Funciones cognitivas. Funciones ejecutivas.

Introducción

Una gran proporción de los pacientes que ha sufrido un accidente cerebrovascular (ACV) tiene déficit neurológico residual que conlleva un estilo de vida sedentario que provoca un desacondicionamiento cardiovascular y una debilidad muscular asociada, lo que soslaya la importancia de la prevención secundaria cardiovascular en esta población [1,2].

Por otro lado, hasta un 64% de los pacientes desarrolla un deterioro cognitivo tras el ACV [3]. Este deterioro cognitivo se ha asociado con una menor funcionalidad en las actividades de la vida diaria [4], una mayor tasa de institucionalización [5] e incluso con un mayor riesgo de demencia [6] y, por sí mismo, triplicaría el riesgo de mortalidad por ACV [7].

Una reciente revisión sistemática que ha metaanalizado la información de 11 ensayos clínicos ha proporcionando una fuerte evidencia del impacto positivo del entrenamiento aeróbico tras el ictus (basado en cicloergómetro o cinta rodante), sobre la capacidad aeróbica determinada a través del consumo máximo de O₂ (VO₂ máx.) y la función física

determinada mediante el test de la marcha de los seis minutos [8].

Respecto al potencial impacto del ejercicio físico en la capacidad cognitiva, estudios en modelos animales han mostrado que el ejercicio físico es capaz de incrementar la función cognitiva y promover la neurogénesis [9].

En población sana mayor de 55 años, los últimos metaanálisis y revisiones sistemáticas publicados apoyarían asimismo este incremento en la función cognitiva debido al ejercicio físico [10-12].

Los resultados de un reciente metaanálisis en pacientes con coronariopatía sugieren que el entrenamiento en fuerza/resistencia (combinado o no con entrenamiento aeróbico) se asociaría en mayor medida con la mejora cognitiva que el entrenamiento aeróbico aislado [13].

En el presente estudio se realiza una revisión sistemática de los estudios que han evaluado el impacto del ejercicio físico sobre la mejora cognitiva específicamente en pacientes con ACV, centrándonos en el posible impacto específico del entrenamiento en fuerza/resistencia en la mejora cognitiva.

Servicio de Rehabilitación; Hospital Universitario Marqués de Valdecilla (E. García-Soto, M.L. López de Munaín). IFIMAV-Fundación Marqués de Valdecilla (M. Santibáñez). Escuela Universitaria de Enfermería; Universidad de Cantabria (M. Santibáñez). Santander, Cantabria, España.

Correspondencia:

Dr. Miguel Santibáñez. Departamento de Enfermería. Escuela de Enfermería. Universidad de Cantabria. Avda. Valdecilla, s/n. E-39008 Santander (Cantabria).

Fax:

+34 942 201 693.

E-mail:

miguel.santibanez@unican.es

Aceptado tras revisión externa:

25.10.13.

Cómo citar este artículo:

García-Soto E, López de Munaín ML, Santibáñez M. Impacto del ejercicio físico en la función cognitiva tras el ictus: una revisión sistemática. Rev Neurol 2013; 57: 535-41.

© 2013 Revista de Neurología

Tabla. Características de los estudios incluidos.

	País, n.º de centros, diseño, participantes	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión	Protocolo de ejercicios
Ploughman et al [14]	Canadá Unicéntrico Ensayo clínico cruzado 21 pacientes	Entre 6 y 5 años tras el ictus ≥ 24 en el MMSE basal > 16 años Disfunción motora ≥ 2 en la <i>Chedoke-McMaster Stroke Assessment scale</i> Capaces de caminar con/sin bastón No realizar regularmente entrenamiento aeróbico	Cardiopatía grave o descompensada u otras afecciones clínicas que desaconsejen una intervención	Intervención: entrenamiento aeróbico (EA) mediante una sola sesión basada en cinta rodante durante 20 minutos al 70% de la frecuencia cardíaca (FC) estimada en el test de esfuerzo o ≥ 13 en la RPE Control: revisión durante 20 minutos del programa de ejercicios pautado habitualmente en casa con un fisioterapeuta. Ambas intervenciones se llevaron a cabo en los dos grupos (el orden se aleatorizó) separadas por un intervalo de 7-10 días
Quaney et al [15]	Estados Unidos Unicéntrico Ensayo controlado y aleatorizado con dos brazos paralelos 38 pacientes	≥ 6 meses tras el ictus Hemiparesia residual ≥ 24 en el MMSE basal Función cardíaca adecuada a las necesidades de la intervención	Realizar entrenamiento aeróbico de manera regular Consumo de alcohol Cardiopatía grave o descompensada u otras alteraciones clínicas que desaconsejen intervención Otras enfermedades neurológicas	Intervención: EA (<i>n</i> = 19). Durante ocho semanas, tres veces por semana. Basado en bicicleta estática. Objetivo: 70% de la frecuencia cardíaca (FC) o VO ₂ alcanzado en el test de esfuerzo, durante 45 minutos. Supervisados por un fisioterapeuta Control: entrenamiento en fuerza/resistencia (EFR) (<i>n</i> = 19). Durante ocho semanas, tres veces por semana. Ejercicios de resistencia en las extremidades superiores e inferiores en casa. Supervisados por un fisioterapeuta
Rand et al [16]	Canadá Unicéntrico Ensayo clínico de un solo brazo 11 pacientes	≥ 12 meses tras el ictus Hemiparesia en la extremidad inferior ≥ 50 años ≥ 24 en el MMSE basal Capaces de caminar ≥ 3 m sin asistencia física	No especificados	Entrenamiento combinado (EA + EFR). Durante seis meses, dos veces por semana. 1 h/sesión en el gimnasio. Tareas específicas en fuerza/resistencia (caminar rápido, sentarse y levantarse, subir escaleras) basadas en un programa propio – <i>Fitness and Mobility Exercise (FAME)</i> ; http://www.rehab.ubc.ca/jeng- , desarrolladas durante al menos 20 minutos a intensidad moderada según la RPE Se añadió concomitantemente al ejercicio un programa de actividades recreativas (1 h/semana) fuera del gimnasio que incluyó tanto actividades sociales como otras actividades tales como jugar al billar, bolos, cocinar...
Kluding et al [17]	Estados Unidos Unicéntrico Ensayo clínico de un solo brazo 9 pacientes	≥ 6 meses tras el ictus ≥ 23 en el MMSE basal. Capaces de levantarse de una silla Capaces de caminar ≥ 30 pasos sin ayuda de otra persona	Patología cardiovascular grave o descompensada y hospitalización en los tres meses previos Fumadores actuales o patología pulmonar Patología musculoesquelética que limite la intervención Entrenamiento físico concomitante Otras enfermedades neurológicas	Entrenamiento combinado (EA+ EFR) Durante 12 semanas, tres veces por semana. 1 h/sesión EA: movimientos recíprocos en las extremidades superiores e inferiores usando un TBRS. Intensidad 50% de la frecuencia cardíaca (FC) o VO ₂ alcanzado en el test de esfuerzo o puntuación 11-14 en la RPE: 20 minutos a la FC diana EFR: en extremidades inferiores mediante bandas elásticas Theraband. Comienzo con un conjunto de 10 repeticiones, añadiendo progresivamente repeticiones e incrementando la resistencia de las bandas. Duración 30 minutos
Marzolini et al [18]	Canadá Unicéntrico Ensayo clínico de un solo brazo 41 pacientes	≥ 10 semanas tras el ictus Disfunción motora < 7 en la <i>Chedoke-McMaster Stroke Assessment scale</i> Capaces de caminar ≥ 10 m con/sin ayuda	Comorbilidad neurológica asociada Contraindicación para el test de esfuerzo submáximo	Entrenamiento combinado (EA+ EFR) EA: basado en cicloergómetro o cinta rodante. ≥ 20 min, cinco veces por semana. Inicialmente 40-70% FC o VO ₂ alcanzado en el test de esfuerzo, o puntuación 11-14 en la RPE, para luego incrementar al 70% EFR: tareas específicas, incorporando acciones musculares que se realizan durante las actividades diarias, usando mancuernas, bandas elásticas Theraband o el peso de los propios pacientes. Carga de peso prescrita en el miembro no afectado = 50-60% de 1 repetición máxima (1 RM). En la extremidad hemiparética ≥ 50% 1 RM.

ATge: umbral anaeróbico de intercambio de gases (*gas exchange anaerobic threshold*); EA: entrenamiento aeróbico; EFR: entrenamiento en fuerza/resistencia; FC: frecuencia cardíaca; MMSE: *Mini Mental State Examination*; MoCA: evaluación cognitiva de Montreal (*Montreal Cognitive Assessment*); RPE: escala de esfuerzo percibido de Borg (*Borg Rating of Perceived Exertion*);

Resultados cognitivos principales (instrumento)

Otros resultados

Sin diferencias estadísticamente significativas entre el grupo intervenido y el grupo control en los tests cognitivos:

- *Trail Making Test (TMT) part B:*
Cambio medio pre-post EA: $-22,65 \pm 18,00$
Cambio medio pre-post control: $-20,45 \pm 25,30$
- *Symbol Digit Substitution Test:*
Cambio medio pre-post EA: $3,9 \pm 4,7$
Cambio medio pre-post control: $2,5 \pm 4,3$
- *Paced Auditory Serial Addition Test:*
Cambio medio pre-post EA: $2,8 \pm 3,8$
Cambio medio pre-post control: $3,55 \pm 6,20$

Diferencia estadísticamente significativa en la mejora de la movilidad de la extremidad superior hemipléjica

Action Research Arm Test:
Cambio medio pre-post EA: $2,45 \pm 2,80$
Cambio medio pre-post control: $0,15 \pm 2,70$

Sin diferencias estadísticamente significativas en la función ejecutiva:

- *Wisconsin Card Sorting Test:*
Grupo intervención (EA): media a las ocho semanas, $1,74 \pm 1,69$
Grupo control (EFR): media a las ocho semanas, $1,89 \pm 1,85$ ($p = 0,140$)
- *Stroop Test:*
Grupo intervención (EA): media a las ocho semanas, $-27,37 \pm 8,77$
Grupo control (EFR): media a las ocho semanas, $-27,16 \pm 10,41$ ($p = 0,128$)
- *TMT part B*
Grupo intervención (EA): media a las ocho semanas, $67,68 \pm 53,83$
Grupo control (EFR): media a las ocho semanas, $57,05 \pm 46,41$ ($p = 0,280$)

Mejoras cognitivas en el aprendizaje motor en el grupo intervención (EA)

Serial Reaction Time Task:
Grupo intervención (EA):
media a las ocho semanas, $-160,14 \pm 104,66$
Grupo control (EFR):
media a las ocho semanas, $-106,80 \pm 76,25$ ($p = 0,024$)

- *Walking While Talking:*
Cambio medio pre-post a los tres meses: $10 \pm 14\%$ ($\chi^2 = 9,3$; $p = 0,0025$)
- *Stroop Test:*
Cambio medio pre-post a los tres meses: $-3 \pm 22\%$ ($\chi^2 = 2,4$; $p > 0,050$)
Cambio medio pre-post a los seis meses: $7,0 \pm 7,5\%$ ($\chi^2 = 12,0$; $p = 0,007$)
- *Rey Auditory Verbal Learning Test:*
Cambio medio pre-post a los tres meses: $61 \pm 69\%$ ($\chi^2 = 8,0$; $p = 0,040$)

Mejoras significativas, sobre todo a los tres meses, en la función motora

Test de la marcha de los 6 minutos:
mejoró un $13,9\%$ ($z = -2,8$; $p = 0,005$)

- *Digit Span Backwards Test:*
Cambio medio pre-post: $0,56 \pm 0,90$ ($p = 0,05$)
- *Fugl-Meyer score:*
Cambio medio pre-post: $3,6 \pm 5,7$ ($p = 0,05$)
- *SIS total score:*
Cambio medio pre-post: $33,8 \pm 38,5$ ($p = 0,02$)

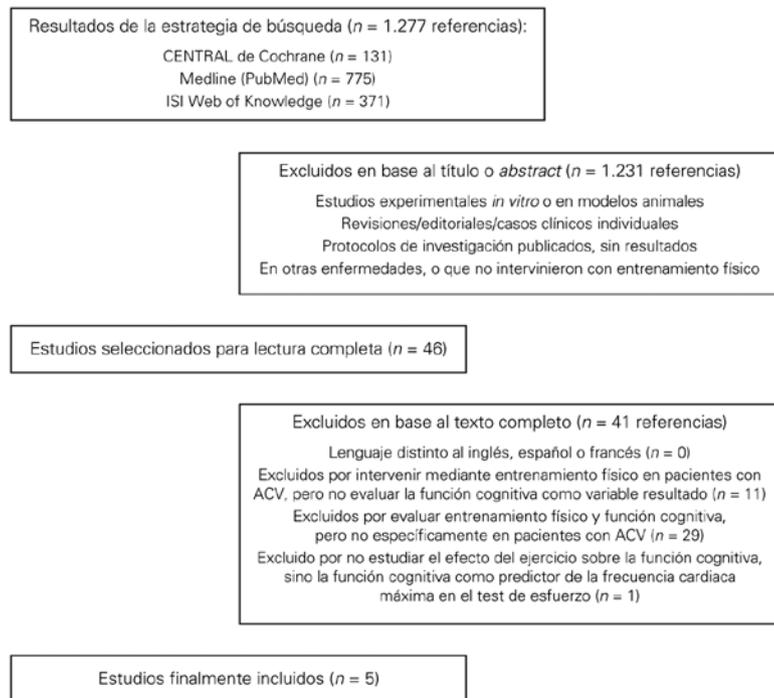
Correlación estadísticamente significativa entre la mejora de la capacidad aeróbica y mejores puntuaciones en el *Flanker test* ($r = 0,74$; $p = 0,02$)

- *MoCA:*
puntuación global basal y al sexto mes: $22,5 \pm 4,5$ y $24,0 \pm 3,9$, respectivamente ($p < 0,001$)
- *Subdominio de atención/concentración:*
 $4,7 \pm 1,7$ (basal) y $5,2 \pm 1,3$ (sexto mes) ($p = 0,030$)
- *Subdominio de funciones ejecutivas:*
 $3,4 \pm 1,1$ (basal) y $3,9 \pm 1,1$ (sexto mes) ($p = 0,002$)

Cambio en la masa muscular libre de grasa, en la extremidad no afectada ($\beta = 0,002$; $p = 0,005$)
Cambio en ATge ($\beta = 0,383$; $p \leq 0,001$)

SIS: escala de impacto del ictus, componente de memoria (*Stroke Impact Scale, memory component*); TBRs: *stepper* con respaldo de cuerpo total (*total body recumbent stepper*); TMT: *Trail Making Test*.

Figura. Esquema de identificación de los estudios epidemiológicos llevados a cabo en pacientes con accidente cerebrovascular (ACV) escritos en inglés, francés o castellano, en los que se intervino con ejercicio físico y se evaluó la función cognitiva tras la intervención, como *endpoint* primario o secundario.



Pacientes y métodos

Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica de estudios observacionales, aleatorizados o cuasialeatorizados realizados en pacientes con ACV en los que se intervino con ejercicio físico y se evaluó la función cognitiva tras la intervención, como *endpoint* primario o secundario.

Se consultaron las principales bases de datos bibliográficas internacionales: Cochrane Central of Register of Controlled Trials (CENTRAL) (Cochrane Library, issue 5 of 12, mayo de 2013), Medline a través de Pubmed (hasta junio de 2013) e ISI Web of Knowledge (desde 1970 hasta junio de 2013).

Se identificaron todos los estudios primarios relevantes (publicados y en vías de publicación) hasta junio de 2013, mediante la estrategia [*Stroke AND Cognition AND (training OR exercise)*], en texto libre y sin aplicar ningún límite en la estrategia de búsqueda. También se realizó una búsqueda manual en las referencias bibliográficas de los estudios recuperados. De la búsqueda en Medline a través de

PubMed resultaron 775 estudios primarios, 371 en ISI Web of Knowledge y 131 en la base de datos CENTRAL de Cochrane.

Se hizo una selección de los estudios relevantes en la que se incluyeron todos los estudios epidemiológicos llevados a cabo en pacientes con ACV escritos en inglés, francés o castellano, en los que se intervino con ejercicio físico y se evaluó la función cognitiva tras la intervención, como *endpoint* primario o secundario. Quedaron excluidos los estudios realizados en modelos animales y en otras enfermedades diferentes al ACV, con independencia del tipo de entrenamiento físico llevado a cabo o del diseño del estudio. Los criterios de inclusión o exclusión se aplicaron a las referencias encontradas mediante la lectura de los resúmenes o, cuando fue necesario, mediante la lectura completa de los estudios primarios. En la figura se presenta el diagrama de flujo para identificar los estudios primarios e informar acerca de los motivos de exclusión.

A partir de los estudios que cumplieron los criterios de inclusión, se elaboró un formulario sistematizado de recogida de todos los datos relevantes en cada uno de ellos para el manejo más ágil de la información.

Finalmente, se intentaron localizar publicaciones derivadas de la búsqueda de ensayos clínicos en curso o concluidos y no publicados identificados a través de las páginas web www.clinicaltrials.gov, www.controlled-trials.com concluidos y www.who.int/ictrp, introduciendo la palabra '*stroke*' AND '*cognitive AND exercise*' en sus correspondientes motores de búsqueda *online*.

Resultados

De acuerdo con los criterios de selección, se han identificado cinco estudios originales. En la tabla de la página anterior se presentan las características de los estudios incluidos en orden cronológico según el año de publicación.

Los estudios identificados muestran una gran heterogeneidad en los tests neuropsicológicos usados para evaluar la función cognitiva, así como en los protocolos de las intervenciones.

En el primer estudio identificado [14], en 21 pacientes, una sola sesión basada en cinta rodante no mostró una mejora estadísticamente significativa en la función cognitiva.

Posteriormente, un estudio piloto publicado en 2009 [15] que aleatorizó a 38 pacientes en dos brazos paralelos (ejercicio aeróbico únicamente frente a ejercicios de fuerza/resistencia únicamente) mos-

tró diferencias estadísticamente significativas en el aprendizaje motor a favor del grupo sometido a ejercicio aeróbico. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en cuanto a la función ejecutiva. No obstante, la intervención en fuerza/resistencia simplemente consistió en ejercicios llevados a cabo por los propios pacientes en sus casas durante ocho semanas, tres veces por semana.

En contraste, Rand et al [16] sometieron a 11 pacientes a un programa de ejercicio mixto aeróbico-fuerza/resistencia y observaron mejoras tanto en el aprendizaje motor como en la función ejecutiva. Sin embargo, este estudio añadió concomitantemente al ejercicio un programa de actividades recreativas fuera del gimnasio, por lo que no es posible diferenciar el impacto específico del ejercicio sobre la mejora cognitiva.

En cuanto a los dos últimos estudios, se trata de estudios piloto de un solo brazo que combinaron ejercicio aeróbico con entrenamiento en fuerza/resistencia. El primero de ellos [17], a pesar de que únicamente incluyó a nueve pacientes, mostró un aumento estadísticamente significativo en la función ejecutiva. El último [18], con un mayor tamaño muestral ($n = 41$), mostró de nuevo mejorías estadísticamente significativas tanto en la función cognitiva en general como en la función ejecutiva en particular.

Por último, se han identificado dos ensayos clínicos controlados con un diseño de dos brazos paralelos, todavía no abiertos al reclutamiento [19,20].

Discusión

Debido a nuestra estrategia sistemática de búsqueda bibliográfica, la omisión de estudios importantes parece improbable. Según nuestro conocimiento, sólo cinco estudios que engloban únicamente un total de 93 pacientes han estudiado el impacto del ejercicio sobre la función cognitiva en pacientes con ACV. Ningún estudio se excluyó debido al idioma de publicación. De ellos, sólo en dos (que engloban a 50 pacientes) se ha evaluado de modo específico la combinación de entrenamiento aeróbico y de fuerza/resistencia. Los estudios identificados apoyan el impacto positivo del entrenamiento aeróbico en la mejora en la función cognitiva. Los dos últimos estudios identificados sugieren que el entrenamiento físico en fuerza/resistencia combinado con entrenamiento aeróbico se asociaría en mayor medida con la mejora de la función cognitiva en general y en el sistema ejecutivo de la atención en parti-

cular [17,18]. La correlación entre el incremento de masa muscular libre de grasa y la función cognitiva apoyaría esta hipótesis [21,22].

En ningún estudio publicado se ha comparado el ejercicio aeróbico de manera aislada frente a un abordaje combinado (ejercicio aeróbico más entrenamiento en fuerza/resistencia). Sin embargo, con este propósito se han identificado dos ensayos clínicos. El primero de ellos [19] pretende reclutar a 20 pacientes (NCT01674790). El segundo [20] pretende reclutar a 100 pacientes para principios de 2014 (estudio TRI-RAvA; NCT01712724).

En los estudios identificados, se ha usado una batería de tests neuropsicológicos heterogénea para evaluar la función ejecutiva. En el último estudio publicado [18], la función cognitiva se evaluó mediante un único test: la evaluación cognitiva de Montreal –*Montreal Cognitive Assessment* (MoCA) [23]–, concebido para evaluar las disfunciones cognitivas leves y del que existe una versión en español validada en Colombia [24] y usada con éxito en España [25].

Los cuatro estudios restantes han usado una amplia batería de tests neuropsicológicos. De ellos, los tres tests neuropsicológicos adaptados transculturalmente en España de uso más común para evaluar la función ejecutiva serían el test de clasificación de tarjetas de Wisconsin [26], el test de palabras y colores de Stroop, habitualmente utilizado en neuropsicología clínica, [27] y el *Trail Making Test*, que consta de dos partes (A y B) y del que existen datos normativos en español [28,29].

La heterogeneidad en los tests usados para medir la función cognitiva dificulta la comparación de los resultados entre los diferentes estudios entre sí y previene de realizar un metaanálisis con los resultados de esta revisión.

De acuerdo con las estimaciones para la población europea, el número de casos nuevos de ACV se incrementará de 1,1 a 1,5 millones en el año 2025, pudiendo haberlo padecido hasta el 35% de la población mayor de 65 años, un hecho especialmente relevante si pensamos en el envejecimiento cada vez mayor de la población europea [30]. Esto conllevará inexorablemente una mayor necesidad de programas de rehabilitación efectivos que disminuyan la discapacidad tras el ictus, reduciendo la carga asistencial y socioeconómica que estos pacientes puedan representar para los sistemas de salud. La función cognitiva es determinante en las tasas de institucionalización y de mortalidad de estos pacientes (el déficit cognitivo tras un ACV se ha asociado con el triple de riesgo de mortalidad) [7].

En este contexto, además del impacto del ejercicio aeróbico en la función física [8], los escasos es-

tudios publicados recientemente, identificados en la presente revisión, sugieren un efecto adicional del ejercicio aeróbico sobre la función cognitiva. Añadir entrenamiento en fuerza/resistencia podría tener efectos sinérgicos sobre la función cognitiva en general y sobre el sistema ejecutivo de la atención (función ejecutiva) en particular.

De confirmarse estos resultados en los ensayos clínicos controlados y aleatorizados de mayor tamaño, se aportaría una evidencia firme de que, al mejorar la aptitud cardiovascular a través del ejercicio aeróbico y aumentar la masa muscular con el entrenamiento en fuerza, las personas con ACV pueden mejorar su función cognitiva. Esto apoyaría la estandarización de programas modificados de ejercicio que puedan adaptarse a las personas tras un ACV.

Bibliografía

- Blanco M, Vivancos-Mora J, Castillo J; en nombre de los investigadores del registro EPICES. Cumplimiento de las medidas de prevención de factores de riesgo vascular en pacientes ingresados con ictus agudo. Análisis de un registro multicéntrico: registro EPICES (III). *Rev Neurol* 2012; 54: 523-9.
- Clua-Espuny JL, Piñol-Moreso JL, Gil-Guillén VF, Orozco-Beltrán D, Panisello-Tafalla A, Lucas-Noll J, et al. Resultados de prevención cardiovascular primaria y secundaria en pacientes con ictus: riesgo de recurrencia y supervivencia asociada (estudio Ebrictus). *Rev Neurol* 2012; 54: 81-92.
- Ya-Ping J, Di Legge S, Ostbye T, Feightner JW, Hachinski V. The reciprocal risks of stroke and cognitive impairment in an elderly population. *Alzheimers Dement* 2006; 2: 171-8.
- Mok VC, Wong A, Lam WW, Fan YH, Tang WK, Kwok T, et al. Cognitive impairment and functional outcome after stroke associated with small vessel disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004; 75: 560-6.
- Pasquini M, Leys D, Rousseaux M, Pasquier F, Henon H. Influence of cognitive impairment on the institutionalisation rate 3 years after a stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2007; 78: 56-9.
- Yip AG, Brayne C, Matthews FE. Risk factors for incident dementia in England and Wales: the Medical Research Council Cognitive Function and Ageing Study. A population-based nested case-control study. *Age Ageing* 2006; 35: 154-60.
- Hobson P, Meara J. Cognitive function and mortality in a community-based elderly cohort of first-ever stroke survivors and controls. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2010; 19: 382-7.
- Stoller O, De Bruin ED, Knols RH, Hunt KJ. Effects of cardiovascular exercise early after stroke: systematic review and meta-analysis. *BMC Neurol* 2012; 12: 45.
- Farmer J, Zhao X, Van Praag H, Wodtke K, Gage FH, Christie BR. Effects of voluntary exercise on synaptic plasticity and gene expression in the dentate gyrus of adult male Sprague-Dawley rats in vivo. *Neuroscience* 2004; 124: 71.
- Angevaren M, Aufdemkampe G, Verhaar HJJ, Aleman A, Vanhees L. Physical activity and enhanced fitness to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. *Cochrane Database Syst Rev* 2008; 3: CD005381.
- Smith PJ, Blumenthal JA, Hoffman BM, Cooper H, Strauman TA, Welsh-Bohmer K, et al. Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosom Med* 2010; 72: 239-52.
- 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.
- Marzolini S, Oh PI, Brooks D. Effect of combined aerobic and resistance training versus aerobic training alone in individuals with coronary artery disease: a meta-analysis. *Eur J Prev Cardiol* 2012; 19: 81-94.
- Ploughman M, McCarthy J, Bossé M, Sullivan HJ, Corbett D. Does treadmill exercise improve performance of cognitive or upper-extremity tasks in people with chronic stroke? A randomized cross-over trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89: 2041-7.
- Quaney BM, Boyd LA, McDowd JM, Zahner LH, He J, Mayo MS, et al. Aerobic exercise improves cognition and motor function poststroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2009; 23: 879-85.
- Rand D, Eng JJ, Liu-Ambrose T, Tawashy AE. Feasibility of a 6-month exercise and recreation program to improve executive functioning and memory in individuals with chronic stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2010; 24: 722-9.
- Kluding PM, Tseng BY, Billinger SA. Exercise and executive function in individuals with chronic stroke: a pilot study. *J Neurol Phys Ther* 2011; 35: 11-7.
- Marzolini S, Oh P, McIlroy W, Brooks D. The effects of an aerobic and resistance exercise training program on cognition following stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2013; 27: 392-402.
- Freeman MJ. Combined effects of aerobic exercise and cognitive training on cognition after stroke. NCT01674790. URL: <http://www.clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01674790?term=NCT01674790&rank=1>.
- Marzolini S. Effects of combined resistance and aerobic training vs aerobic training on cognition a following stroke (TRI-RAvA). NCT01712724. URL: <http://www.clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01712724?term=NCT01712724&rank=1>.
- Nourhashemi F, Andrieu S, Gillette-Guyonnet MS, Reynish E, Albarède JL, Grandjean H, et al. Is there a relationship between fat-free soft tissue mass and low cognitive function? Results from a study of 7,105 women. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50: 1796-801.
- Burns JM, Johnson DK, Watts A, Swerdlow RH, Brooks WM. Reduced lean mass in early Alzheimer disease and its association with brain atrophy. *Arch Neurol* 2010; 67: 428-33.
- Nasreddine ZS, Phillips NA, Bedirian V, Charbonneau S, Whitehead V, Collin I, et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *J Am Geriatr Soc* 2005; 53: 695-9.
- Gómez F, Zunzunegui M, Lord C, Alvarado B, García A. Applicability of the MoCA-S test in populations with little education in Colombia. *Int J Geriatr Psychiatry* 2013; 28: 813-20.
- Rojo-Mota G, Pedrero-Pérez EJ, Ruiz-Sánchez de León JM, Llanero-Luque M, Puerta-García C. Cribado neurocognitivo en adictos a sustancias: la evaluación cognitiva de Montreal. *Rev Neurol* 2013; 56: 129-36.
- Heaton RK, Chelune GJ, Talley JL, Kay GG, Curtis G. Test de clasificación de tarjetas de Wisconsin. Madrid: TEA Ediciones; 2001.
- Golden CJ. Test de colores y palabras (Stroop). Madrid: TEA Ediciones; 2005.
- Peña-Casanova J, Quiñones-Úbeda S, Quintana-Aparicio M, Aguilar M, Badenes D, Molinuevo JL, et al.; NEURONORMA Study Team. Spanish multicenter normative studies (NEURONORMA Project): norms for verbal span, visuospatial span, letter and number sequencing, trail making test, and symbol digit modalities test. *Arch Clin Neuropsychol* 2009; 24: 321-41.
- Periáñez JA, Ríos-Lago M, Rodríguez-Sánchez JM, Adrover-Roig D, Sánchez-Cubillo I, Crespo Farroco B, et al. Trail Making Test in traumatic brain injury, schizophrenia, and normal aging: Sample comparisons and normative data. *Arch Clin Neuropsychol* 2007; 22: 433-47.
- Truelsen T, Piechowski-Jozwiak B, Bonita R, Mathers C, Bogousslavsky J, Boysen G. Stroke incidence and prevalence in Europe: a review of available data. *Eur J Neurol* 2006; 13: 581-98.

Effects of combined aerobic and resistance training on cognition following stroke: a systematic review

Introduction. Stroke is one of the main causes of disability. Physical activity has shown a benefit in the physical rehabilitation of these patients. However, its role improving cognitive function has not been studied by far.

Aim. To review studies that evaluate the impact of physical activity on cognitive recovery after stroke.

Patients and methods. We searched in CENTRAL, Medline and ISI Web of Knowledge, for studies that analyzed the effect of a physical intervention (both aerobic or resistance exercise) on cognition following stroke.

Results. Five studies were identified (93 patients). Studies show a wide heterogeneity in the tests used for cognitive assessment and also in exercise protocols. Identified studies support a positive impact of aerobic exercise on cognition. The two latest published studies (50 patients) have specifically evaluated the impact of combined aerobic and resistance training on cognition. The results suggest that the addition of resistance training may improve overall cognitive function and particularly executive function.

Conclusions. Physical activity constitutes a promising strategy to improve cognitive function following stroke. Larger clinical trials and homogeneity in both exercise protocols and cognitive assessment instruments are needed.

Key words. Cognitive functions. Cognitive impairment. Executive function. Physical exercise. Physical training. Stroke.