

Ayán, C.; Sánchez-Lastra, M.A.; Cabanelas, P. y Cancela, J.M. (2018) Aplicación de ejercicios de Brain Gym® en personas institucionalizadas con deterioro cognitivo / Effects of Brain Gym® Exercises in Institutionalized Older Adults with Cognitive Impairment. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 18 (72) pp. 769-781  
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista72/artaplicacion967.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista72/artaplicacion967.htm)  
DOI: <http://doi.org/10.15366/rimcafd2018.72.011>

## ORIGINAL

# APLICACIÓN DE EJERCICIOS DE BRAIN GYM® EN PERSONAS INSTITUCIONALIZADAS CON DETERIORO COGNITIVO

## EFFECTS OF BRAIN GYM® EXERCISES IN INSTITUTIONALIZED OLDER ADULTS WITH COGNITIVE IMPAIRMENT

Ayán, C.<sup>1</sup>; Sánchez-Lastra, M.A.<sup>2</sup>; Cabanelas, P.<sup>3</sup> y Cancela, J.M.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Profesor titular en la Facultad de Ciencias de la Educación y el Deporte, Grupo de Investigación Well-Move, Universidad de Vigo, Pontevedra (España) [cayan@uvigo.es](mailto:cayan@uvigo.es)

<sup>2</sup> Doctorando en Educación, Deporte y Salud. Facultad de Ciencias de la Educación y el Deporte, Grupo de Investigación HealthyFit, Universidad de Vigo, Pontevedra (España) [misanchez@uvigo.es](mailto:misanchez@uvigo.es)

<sup>3</sup> Graduada en CCAFYD por la Facultad de Ciencias de la Educación y el Deporte, Universidad de Vigo, Pontevedra (España) [patriciacabou@gmail.com](mailto:patriciacabou@gmail.com)

<sup>4</sup> Profesor titular en la Facultad de Ciencias de la Educación y el Deporte, Grupo de Investigación HealthyFit, Universidad de Vigo, Pontevedra (España) [chemacc@uvigo.es](mailto:chemacc@uvigo.es)

**Declaración de ausencia de conflictos de intereses:** Los autores declaran la ausencia total de conflictos de intereses entre ellos o con la marca registrada Brain Gym®.

**Financiación:** Esta investigación no ha sido financiada por ninguna institución del ámbito público, empresa privada o de sectores sin ánimo de lucro.

**Código UNESCO / UNESCO code:** 3212 Salud Pública / Public Health

**Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe classification:** 17.

Otras: Actividad Física y Salud / Others: Physical Activity and Health

**Recibido** 10 de diciembre de 2016 **Received** December 10, 2016

**Aceptado** 12 de febrero de 2017 **Accepted** February 12, 2017

## RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo comparar los efectos de un programa de ejercicios de Brain Gym® con un programa de gimnasia de mantenimiento en pacientes mayores institucionalizados con deterioro cognitivo. Veintinueve personas institucionalizadas con deterioro cognitivo participaron en dos programas, uno basado en ejercicios de Brain Gym® y otro de gimnasia de

mantenimiento, durante 18 semanas. Se emplearon los test Mini-examen cognoscitivo, Fototest, Trail Making Test, Índice de Barthel y el Timed up and Go. No se encontraron mejoras significativas en las variables analizadas. Se observó una tendencia positiva, especialmente en el grupo de gimnasia de mantenimiento, en la función cognitiva global y salud física. En conclusión, los efectos de un programa de ejercicios de Brain Gym® en una muestra de personas mayores institucionalizadas con deterioro cognitivo fueron similares a los de un programa de gimnasia de mantenimiento, sin mejoras significativas de la función cognitiva o independencia funcional.

**PALABRAS CLAVE:** Ejercicio físico; Gimnasia cerebral; Deterioro cognitivo; Condición física; Adulto Mayor; Institucionalizados.

## **ABSTRACT**

This study aimed at comparing the effects of a program based on Brain Gym® exercises against a fitness exercise program on the cognitive function and functional independence in institutionalized older adults with cognitive impairment. Twenty-nine institutionalized older adults with cognitive impairment took part either on a Brain Gym® based exercise program or on a fitness exercise program during eighteen weeks. The assessment measures used were the Mini-Examen Cognoscitivo, Fototest, Trail making test, Barthel Index and the Timed up and Go Test. None of the variables analysed improved significantly. A trend towards improvement, particularly in the fitness exercise group, in both cognitive status and functional independence was observed. In conclusion, the performance of a Brain Gym® exercise-based program had the same effects than taking part in a fitness exercise program, with no significant improvements on the cognitive function or functional independence, in a sample of institutionalized older adults with cognitive impairment.

**KEY WORDS:** Human physical conditioning; Physical Activity; Frail elderly; Institutionalization; Cognition disorders.

## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, la evidencia científica ha confirmado que la práctica de ejercicio físico es una estrategia de gran utilidad en las personas mayores. Así por ejemplo, se ha observado que su nivel de independencia y su salud mental se ven positivamente afectados si se mantiene un estilo de vida activo<sup>1</sup>. En esta línea, se ha contrastado que la realización de ejercicio físico en las personas mayores no solo tiene efectos beneficiosos en su nivel condicional y en su calidad de vida, sino también en sus funciones cognitivas<sup>2</sup>, entre las que cabe mencionar la ralentización del proceso de deterioro cognitivo, la velocidad de procesamiento, la función ejecutiva o la memoria diferida<sup>3</sup>.

A este respecto, las modalidades de ejercicio físico en las que se han centrado en mayor medida las investigaciones, han sido los programas de diferentes actividades de ejercicio aeróbico, y el entrenamiento de la fuerza

muscular<sup>4</sup>. Además de dichos programas que podríamos denominar clásicos, en la actualidad podemos encontrar otro tipo de actividades que, integrado con el movimiento físico, están orientadas especialmente al aspecto cognitivo, como es el Brain Gym® (BG), también conocido como gimnasia cerebral<sup>5</sup>.

Originalmente desarrollado para niños con dificultades de aprendizaje, esta modalidad de ejercicio físico estructurada, se basa en la combinación de patrones específicos de movimientos de la cabeza, ojos y extremidades junto con ejercicios cognitivos y de respiración. Según sus creadores, la realización regular de dicho programa resulta en la estimulación e integración de diferentes partes del cerebro, especialmente del cuerpo caloso, que a largo plazo favorece la velocidad de comunicación entre ambos hemisferios y su integración para el razonamiento a altos niveles<sup>6</sup>.

Los resultados encontrados en las investigaciones acerca de la eficacia del BG son contradictorios. Por un lado, Sidiarto et al.<sup>7</sup> llevaron a cabo una investigación en población mayor cognitivamente sana no institucionalizada, cuyos resultados sugirieron una mejora en la memoria, el mantenimiento de la atención y habilidad de búsqueda visual tras la aplicación de un programa de movimientos similar, acompañados de música, a razón de dos veces por semana durante dos meses. De todos modos, conviene mencionar que la evidencia científica que aporta esta investigación se ve limitada por la ausencia de un grupo control en el diseño de la misma. Siguiendo esta línea, Yágüez et al.<sup>8</sup> realizaron un pequeño ensayo controlado aleatorizado en el que documentaron una mejora en la función cognitiva en adultos mayores institucionalizados con demencia tras la aplicación de un programa de BG semanalmente en una única sesión, sin embargo, ninguno de estos dos estudios aportó información sobre el efecto de otro tipo de terapias mediante la actividad física frente a la gimnasia cerebral o BG. A este respecto, Cancela et al.<sup>9</sup> no encontraron que la aplicación de dicho programa, a razón de una sesión semanal de una hora, tuviese un impacto significativo en la función cognitiva de personas mayores sanas, ni que los efectos del mismo fuesen superiores a los provocados por un programa de entrenamiento tradicional. El diseño no randomizado de esta investigación, también limita en cierto modo la fortaleza de estos hallazgos y la calidad metodológica de la misma.

En consecuencia, se puede afirmar que la evidencia científica existente sobre los beneficios de la práctica de BG sobre las variables cognitivas y de condición física en población mayor se puede considerar como escasa, principalmente en población institucionalizada, necesitándose por lo tanto más estudios al respecto.

## OBJETIVO

El objetivo de esta investigación fue identificar los efectos, sobre la función cognitiva y la independencia funcional, de la práctica de ejercicios de BG frente a un programa de gimnasia de mantenimiento, en un grupo de personas mayores institucionalizadas con deterioro cognitivo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### PACIENTES

La muestra fue conformada por 29 pacientes, reclutados de un centro geriátrico del norte de Galicia. Los criterios de inclusión fueron: presentar deterioro cognitivo (puntuación en Mini-Examen Cognoscitivo [MEC] <24)<sup>10</sup>, no presentar problemas graves de movilidad, no presentar un comportamiento agresivo y tener una capacidad mínima para el seguimiento de las indicaciones y la realización de los ejercicios durante las sesiones. En contraposición, los criterios de exclusión fueron que el estado de salud les impidiese realizar tanto las pruebas de valoración como las sesiones propuestas. Las únicas actividades fuera de las programadas en la intervención eran optativas, ofertadas por el centro, que consistían en trabajos de manualidades. Los participantes del estudio no acudieron a ellas durante la intervención. Las características iniciales de la muestra se pueden apreciar en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Datos de caracterización de la muestra antes de la intervención

	<b>Grupo 1: BrainGym® (n=15)</b>	<b>Grupo 2: Gimnasia de Mantenimiento (n=14)</b>	t de student (Homogeneidad)
	Media ± Desviación Típica	Media ± Desviación Típica	
Edad (años)	80,87±8,42	82,07±9,38	t=-0,364;p=0,718
Mini-Examen Cognoscitivo	17,93±6,10	17,43±4,38	t= 0,254;p=0,801
Fototest	23,20±10,21	26,07±8,71	t= -0,812;p=0,424
Trail Making Test: Parte A (s)	190,75±133,99	199,90±69,41	t=-0,195 ;p=0,848
Índice de Barthel	52,00±33,37	53,57±25,83	t=-0,141 ;p=0,889
Timed Up and Go Test (s)	21,74±10,62	17,40±9,30	t=-1.025 ;p=0.317

Habiéndose solicitado el consentimiento de los directores del centro y aprobado por los gerentes de la Fundación, se solicitó colaboración de la médica, asistente social y psicólogo del centro, todos ajenos al estudio. Se informó a los pacientes y accedieron bajo aprobación de la médica, conforme no suponía riesgos para la salud la realización del programa. El estudio se realizó en cumplimiento de las normas de la Declaración de Helsinki<sup>11</sup> y siguiendo las directrices de la Comunidad Europea para la Buena Práctica Clínica (1111/3976/88 de julio de 1990), así como el marco legal español para la investigación clínica en los seres humanos (Real Decreto 561/1993 sobre ensayos clínicos).

### INTERVENCIÓN

Se diseñó un estudio randomizado y controlado (Código EudraCT: 2017-000510-30) en que los participantes fueron divididos en dos grupos, uno realizó un programa basado en la práctica de ejercicios de BG y el otro, sesiones de Gimnasia de Mantenimiento (GM). La asignación en dichos grupos fue realizada de manera aleatoria simple, mediante Excel®.

La intervención en ambos grupos tuvo una duración de 18 semanas, a razón de 2 sesiones de 30 minutos cada semana. Los ejercicios utilizados en el grupo BG, fueron los mismos que los descritos por los autores Dennison y Dennison<sup>5</sup>, sumando un total de 19, donde uno de ellos, el denominado “Marcha Cruzada”, fue modificado y se realizó de pie o sentado en función de la capacidad de bipedestación de cada paciente. Los ejercicios desarrollados en el grupo de GM estuvieron adaptados a la funcionalidad del grupo, dividiendo cada sesión en una fase de activación, una parte principal y una fase de vuelta a la calma. En la Tabla 2 se puede observar una sesión tipo de cada grupo. Ambos programas de ejercicio físico fueron administrados y supervisados en todo momento por un graduado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.

**Tabla 2.** Sesiones tipo de ambos programas

<b>BRAIN GYM®</b>	<b>GIMNASIA DE MANTENIMIENTO</b>
	<b>Fase de activación (10 minutos)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· <i>Respiración Abdominal (1 min).</i></li> <li>· <i>Marcha Cruzada (2 min).</i></li> <li>· <i>Ocho Perezoso (2 min).</i></li> <li>· <i>Elefante (2 min).</i></li> <li>· <i>Mano a tobillo (2 min).</i></li> <li>· <i>Giros de cuello (1 min ojos abiertos / 1 min ojos cerrados).</i></li> <li>· <i>El Búho (2 min).</i></li> <li>· <i>Activación del brazo (1 min para cada brazo).</i></li> <li>· <i>Elefante (2 min).</i></li> <li>· <i>Flexión de pie (1 min para cada pie).</i></li> <li>· <i>Marcha cruzada (2 min).</i></li> <li>· <i>Balanceo de gravedad (1 min)</i></li> <li>· <i>Botones del cerebro (1 min)</i></li> <li>· <i>Botones de la tierra (1 min)</i></li> <li>· <i>Marcha cruzada (2 min)</i></li> <li>· <i>Botones del equilibrio (1 min).</i></li> <li>· <i>Botones del espacio (1 min).</i></li> <li>· <i>Bostezo de energía (1 min).</i></li> <li>· <i>Respiración aeróbica (1min).</i></li> </ul>	<p><i>Movilidad Articular:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <i>Muñecas</i></li> <li>· <i>Dedos</i></li> <li>· <i>Codos</i></li> <li>· <i>Hombros</i></li> <li>· <i>Tobillos</i></li> <li>· <i>Rodillas</i></li> <li>· <i>Cadera</i></li> <li>· <i>Cuello</i></li> </ul>
	<b>Parte principal (15 minutos)</b>
	<p><i>Con pelota de goma espuma:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <i>Hacia delante y al pecho.</i></li> <li>· <i>Apretar con ambas manos a la altura del pecho.</i></li> <li>· <i>Girarla alrededor de la cintura.</i></li> <li>· <i>Hacia delante y a los lados, hacia arriba y a los lados</i></li> <li>· <i>Subir y bajar con una mano</i></li> <li>· <i>Dibujar círculos</i></li> <li>· <i>Pasar de una mano a otra</i></li> <li>· <i>Apretar con rodillas</i></li> </ul> <p><i>Con bastones:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <i>Rodar por los muslos hasta los pies.</i></li> <li>· <i>Hacia delante y al pecho, del pecho hacia arriba.</i></li> <li>· <i>Remar de lado derecho e izquierdo.</i></li> <li>· <i>Realizar círculos en el suelo.</i></li> </ul> <p><i>Con globos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <i>Por parejas, pasarse el globo.</i></li> <li>· <i>En círculo, pasar el globo. Se van añadiendo globos.</i></li> </ul> <p><i>Con sillas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <i>Punta talón.</i></li> <li>· <i>Mover las caderas hacia los lados.</i></li> <li>· <i>Rodillas hacia arriba y talón a glúteo.</i></li> </ul> <p><i>Con pelotas pequeñas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <i>Apretar con las manos y con los dedos.</i></li> <li>· <i>Estirar brazo hacia delante y apretar.</i></li> <li>· <i>Girar como si fuese pomo de una puerta.</i></li> </ul> <p><i>En bipedestación:</i></p>

---

*Marcha lateral rodeando aros y subir y bajar un "step".*

---

**Vuelta a la calma (5 minutos)**

---

*Mímica: Arrugar la nariz, abrir los ojos, sonreír, hinchar las mejillas, pasar la lengua por el contorno de los labios*

*Ejercicios Respiratorios: Tomar aire por la nariz mientras se elevan los brazos y expulsar mientras se bajan*

---

## VALORACIONES

**FUNCIÓN COGNITIVA:** Para identificar los efectos de la intervención en la función cognitiva de los participantes, se emplearon tres pruebas.

En primer lugar, se empleó el MEC. Esta prueba se utiliza para detectar el deterioro cognitivo y vigilar su evolución en pacientes con alteraciones neurológicas, especialmente en personas mayores, evaluando principalmente la orientación espaciotemporal, la capacidad de atención, concentración y memoria, la capacidad de cálculo, la capacidad de lenguaje y percepción visoespacial y la capacidad para seguir instrucciones básicas. La puntuación varía en un rango de 30 a 0 puntos, siendo 30 la máxima puntuación, que se corresponde con el mejor estado cognitivo.

Para valorar los efectos de la intervención en la memoria se empleó el Fototest<sup>12</sup>, evaluada a través del recuerdo de imágenes (recuerdo libre y recuerdo facilitado), la capacidad ejecutiva (fluidez verbal) y la denominación (lenguaje). Este test está especialmente indicado para la detección de sujetos con deterioro cognitivo y demencia. No existe una puntuación máxima: a mayor puntuación, mejor estado cognitivo.

En tercer lugar, se empleó una prueba neuropsicológica utilizada para la detección de enfermedades cognitivas, tales como el Alzheimer y la demencia: el Trail Making Test (TMT)<sup>13</sup>. Teniendo en cuenta el número de años de educación recibida, evalúa la velocidad visual, la exploración, la velocidad de procesamiento y la flexibilidad mental. Se compone de dos partes en las que el sujeto debe unir con una línea recta 25 puntos lo más rápido posible, manteniendo la precisión. En la parte A, se encuentran distribuidos al azar los números del 1 a 25 y donde el paciente debe unirlos en orden creciente. En la parte B, se han de unir los números en orden secuencial con las letras (1, A, 2, B, etc.). El objetivo es terminar ambas partes lo antes posible. Debido a las dificultades observadas en los participantes a la hora de contestar la parte B, únicamente se administró la parte A.

**INDEPENDENCIA FUNCIONAL:** Para determinar los efectos del programa en la autonomía funcional de los participantes se empleó el Índice de Barthel (IB)<sup>14</sup>. Este test se utiliza para determinar si existe o no dependencia. Para ello, se evalúan 10 actividades fundamentales de la vida cotidiana y se da una puntuación entre 0-100, siendo 100 la máxima. Según la puntuación obtenida, se clasifica a los pacientes en Independiente: 100 puntos (95 si

permanece en silla de ruedas), dependiente leve: >60 puntos, dependiente moderado: 40-55 puntos, dependiente grave: 20-35 puntos y dependiente total:<20 puntos.

A mayores, se utilizó el Timed Up and Go Test (TUG)<sup>15</sup>, que evalúa la movilidad funcional básica y la capacidad locomotora (equilibrio dinámico) en ancianos. Consiste en levantarse de una silla, caminar una distancia de 3 metros y regresar a sentarse en la misma silla. Se cronometra el tiempo que el paciente necesita para levantarse, caminar y volver a sentarse. Debido a su simplicidad y facilidad de administración es considerado un test muy útil en la práctica clínica para dicho objetivo.

Las valoraciones fueron realizadas una semana antes del comienzo y una semana tras la finalización de la intervención. Las pruebas de función cognitiva y de independencia funcional fueron administradas por el psicólogo y la fisioterapeuta del centro respectivamente, ambos sin conocimiento de a qué grupo de intervención pertenecía cada paciente.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis descriptivo de la muestra se llevó a cabo a través de medidas de tendencia central (media y desviación típica). Se comprobó la normalidad de la muestra a través del test Kolmogorov-smirnov ( $p>0,05$ ). La homogeneidad de los grupos en las variables analizadas se comprobó a través de la prueba t de Student para datos independientes.

El análisis de los efectos de los programas en cada grupo, se llevó a cabo a través de la prueba t de Student para datos apareados. Para determinar el efecto diferencial de los programas sobre la muestra objeto de estudio, se realizó un análisis de Varianza (ANOVA; 2X2). Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS v21, considerándose  $p<0,05$  como el nivel de significatividad.

## RESULTADOS

Del total de personas que se presentaron voluntarias e iniciaron el estudio, se registró un fallecimiento, por lo que la muestra final quedó conformada por 28 pacientes, 15 de ellos en el grupo BG (con una edad media de  $80,87\pm 8,42$ ; 46,6% mujeres) y 14 en el grupo GM (con una edad media de  $82,07\pm 9,38$ ; 71,4% mujeres).

El análisis estadístico demostró que los grupos eran comparables entre sí, pues no se observaron diferencias significativas al inicio del programa.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de las valoraciones antes y después de la intervención para el grupo BG y para el grupo GM.

**Tabla 3.** Resultados de las valoraciones antes y después del programa, en ambos grupos.

	Grupo 1: BrainGym® (n=15)		t student	Grupo 2: Gimnasia de Mantenimiento (n=14)		t student	ANOVA MxP
	Pre Media ± SD	Post Media ± SD		Pre Media ± SD	Post Media ± SD		
Edad (años)	80,87± 8,42	80,87± 8,42	-	82,07± 9,38	82,07± 9,38	-	-
Mini-Examen Cognoscitivo	17,93± 6,10	17,87± 4,94	t=0.033; p=0.974	17,43± 4,38	17,21± 3,26	t=0.147; p=0.884	F <sub>1,47</sub> =0,003 P=0,973
Fototest	23,20± 10,21	23,73± 12,09	t=-0.131; p=0.897	26,07± 8,71	26,86± 7,87	t=-0.250; p=0.804	F <sub>1,47</sub> =0,002 P=0,962
Trail Making Test: Parte A (s)	190,75± 133,99	157,00± 96,51	t=0.665; p=0.514	199,90± 69,41	138,29± 56,48	t=1.937; p=0.072	F <sub>1,47</sub> =0,185 P=0,669
Índice de Barthel	52,00± 33,37	55,67± 32,06	t=-0.307; p=0.761	53,57± 25,83	62,14± 21,64	t=-0.952; p=0.350	F <sub>1,47</sub> =0,105; p=0,747
Timed Up and Go Test (s)	21,74± 10,62	23,32± 11,97	t=1.095; p=0.291	17,40± 9,30	13,06± 5,62	t=-0.335; p=0.741	F <sub>1,47</sub> =0,832 p=0,368

Obs. SD = Desviación Típica; MxP = Momento por Programa; Pre = Preintervención; Post = Postintervención.

En la misma, se observa que no se encontraron efectos significativos de ninguno de los programas en las variables analizadas. De todos modos, al comparar las puntuaciones iniciales y finales, se observó una tendencia a la mejora en todos los participantes, mucho más acentuada para aquellos integrantes en el grupo GM. Así, mientras en el deterioro cognitivo evaluado mediante el MEC no se observaron variaciones significativas en ninguno de los grupos, se observó un incremento en la capacidad de memoria, en la velocidad y exploración visual y en la velocidad de procesamiento de la información, así como en la movilidad funcional básica, en la capacidad locomotora y en la independencia funcional.

## DISCUSIÓN

Esta investigación tuvo como objetivo comparar los efectos de un programa basado en ejercicios de Brain Gym® en pacientes mayores institucionalizados con deterioro cognitivo, con respecto a los efectos de un programa de gimnasia de mantenimiento. Los resultados obtenidos indican que ninguno de los dos programas tuvo un efecto significativo ni en la función cognitiva, ni en el grado de dependencia de los mismos. Estos hallazgos son contrarios a algunos de los documentados en las investigaciones científicas publicadas hasta la fecha.

En primer lugar, Yáguez et al.<sup>8</sup> hallaron una mejora significativa, tras la aplicación de un programa de Brain Gym® de 2 horas semanales durante 6 semanas, en el mantenimiento de la atención, memoria visual y una tendencia a la mejora en la memoria de trabajo, en pacientes con Alzheimer. Sangundo<sup>16</sup>, en la misma línea, tras aplicar un programa de BG a razón de 5 veces por semana y con una duración de 3 semanas, en una muestra de 30 adultos mayores, concluyó en su estudio que dicho programa tiene también un efecto positivo significativo en la función cognitiva, representado por un aumento en las puntuaciones en el Mini-mental Estate Examination.

Una de las razones principales que podría explicar la diferencia de resultados radicaría en que en este estudio la duración de las sesiones (aproximadamente 30 minutos), su frecuencia semanal reducida y la relativamente corta duración de la intervención, pudo no ser suficiente para mejorar el rendimiento cognitivo de la muestra. Esto no resulta del todo clarificador, ya que mientras la intervención de estos autores supuso entorno al doble de tiempo de programa semanal, su tiempo total de intervención fue un tercio del llevado a cabo en el presente estudio. Tal vez una mayor densidad del trabajo (más sesiones semanales) frente a su ampliación en el tiempo podría resultar en un estímulo de mayor efectividad capaz de lograr cambios significativos en las variables objeto de estudio.

Así mismo, la ausencia de eficacia del programa aplicado a los pacientes del presente estudio podría deberse al estado cognitivo de los mismos. De este modo, Sidiarto et al.<sup>7</sup>, lograron mejoras significativas en la habilidad de búsqueda visual, habilidad en el lenguaje, mantenimiento de la atención y memoria a corto plazo, en una muestra de adultos mayores sin deterioro cognitivo, tras la aplicación de un programa de estimulación cognitiva similar al BG. A este respecto, es importante destacar que, a juzgar por las puntuaciones obtenidas en las pruebas de función cognitiva, los participantes del presente estudio presentaban un deterioro cognitivo que podría calificarse como moderado. Quizás por ello, la eficacia del BG en poblaciones con deterioro cognitivo está supeditada a un determinado umbral de entrenamiento por debajo del cual los efectos de su aplicación no adquieren especial relevancia.

Otro hallazgo a remarcar es el hecho de que el programa de ejercicios de BG no demostró tener efectos significativamente superiores a la tradicional gimnasia de mantenimiento en las variables analizadas. Estos resultados están en la línea de lo observado por otros investigadores, si bien en población sana. Así, Forte et al.<sup>17</sup>, que encontraron que un programa basado en tareas cognitivas y un programa tradicional de actividad física, tuvieron el mismo efecto sobre diferentes variables cognitivas en adultos mayores sanos. En esta misma línea, Cancela et al.<sup>9</sup> no encontraron diferencias significativas entre los efectos de un programa de BG frente a uno de ejercicio físico tradicional, a nivel de función cognitiva y condición física. Kuster et al.<sup>18</sup> tampoco encontraron diferencias significativas a nivel cognitivo tras la aplicación de un programa de gimnasia cognitiva frente a un programa de actividad física tradicional en adultos mayores con problemas de memoria.

De todos modos, en el presente estudio al comparar la evolución de los dos grupos se observó una tendencia hacia la mejoría sensiblemente mayor en los participantes que realizaron el programa de gimnasia de mantenimiento. Esto podría explicarse debido a que las sesiones que se realizaron, por sus características de ejercicios y estructuración, gozaban de un componente mayor de ejercicio aeróbico, así como de fuerza muscular.

Existen numerosas investigaciones acerca de los efectos de diferentes programas de ejercicio físico en personas mayores, como las recogidas en la revisión de Bherer et al.<sup>3</sup>, en las que aparecen reflejadas relaciones encontradas entre medidas directas de capacidad cardiorrespiratoria como el VO<sub>2</sub> máximo y

la cognición, en pacientes en fases iniciales de Alzheimer. Pese a que el mecanismo exacto por el cual se encuentra esta relación entre la capacidad cardiorrespiratoria y el Alzheimer sigue siendo desconocido, se ha encontrado en ratones con esta enfermedad una asociación entre el aumento de la actividad física y una disminución de la carga neuropatológica en las regiones cortical y del hipocampo, sugiriendo que el ejercicio podría mediar en la cascada amiloide favoreciendo una reducción en la producción de beta-amiloide<sup>19</sup>. El ejercicio aeróbico, además de aumentar el volumen de sangre cerebral<sup>20</sup>, así como la perfusión en el hipocampo<sup>21</sup>, aumenta concretamente el tamaño de la porción anterior de esta zona del cerebro, como documentaron Erickson et al.<sup>22</sup>, donde las neuronas han sido asociadas con la memoria visoespacial<sup>23</sup>, llevando a mejoras también en este componente de la función cognitiva<sup>24</sup>. Erickson et al.<sup>22</sup>, además, demostraron que un aumento en el volumen del hipocampo se asocia con mayores niveles séricos de Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro (BDNF), mediador en la neurogénesis del giro dentado.

En referencia al entrenamiento de fuerza y la mejora de la función cognitiva, Cassilhas et al.<sup>25</sup> encontraron que el ejercicio de fuerza a intensidad moderada-alta aportaba beneficios similares a un programa de ejercicio aeróbico en la función cognitiva en adultos mayores, tras encontrar un aumento de los niveles circulantes de IGF-1 posteriormente al ejercicio de fuerza, donde además hallaron correlaciones estadísticamente significativas entre los niveles de dicha proteína y la función cognitiva. Estos autores creen que el mecanismo puede ser debido a su transporte al sistema nervioso central a través de la barrera hematoencefálica, mejorando la cognición a través de varios mecanismos. A este respecto, Trejo et al.<sup>26</sup> concluyeron en su estudio que los niveles circulantes de IGF-1 mediaban en un aumento, inducido por la actividad física, del número de neuronas nuevas en el hipocampo.

Analizando los resultados a nivel de independencia funcional, se observó además una mayor tendencia a mejorar en el grupo con el programa de GM frente al grupo de BG. En referencia al TUG en concreto, según Sai et al.<sup>27</sup>, es el mejor test de equilibrio para predecir caídas recurrentes. Existen numerosas evidencias científicas conforme los ejercicios de tipo aeróbico involucrando al sistema cardiovascular, así como el entrenamiento de la fuerza muscular, producen mejoras a nivel de la condición física, directamente relacionados con la independencia funcional y por tanto con la prevención de caídas y la calidad de vida, como las recogidas en la revisión y meta-análisis de Chase et al.<sup>28</sup>. Por el contrario, el programa basado en ejercicios de BG no tiene como objetivo el trabajo de dichos parámetros físicos, por lo que el estímulo que este supone frente al programa de GM pudo ser muy inferior.

A este respecto, también es conveniente mencionar que, si bien la realización de ambos programas no se tradujo en mejoras significativas, sus efectos pudieran traducirse en una ralentización del proceso de involución que experimentan las personas mayores institucionalizadas con deterioro cognitivo moderado tanto en su función cognitiva<sup>29,30</sup> como en su nivel de autonomía e independencia funcional<sup>31</sup>. De todos modos, el no haber incluido una fase de seguimiento en el diseño de la investigación, así como la ausencia de un grupo control que no se ejercitase, impide confirmar esta hipótesis. Estos dos aspectos,

unidos al pequeño tamaño de la muestra, constituyen las principales limitaciones metodológicas de este estudio que deben ser tenidas en cuenta a la hora de interpretar los resultados aquí mostrados.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que los efectos de un programa basado en ejercicios de Brain Gym® sobre la función cognitiva e independencia funcional de personas mayores residentes con deterioro cognitivo, no muestran diferencias significativas frente aquellos obtenidos mediante la realización de un programa de gimnasia de mantenimiento tradicional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Menezes AS, dos-Santos-Silva RJ, Tribess S, Romo-Perez V, Virtuoso-Júnior JS. Inactividad física y factores asociados en personas mayores en brasil / Physical Inactivity and Associated Factors in Elderly People in Brazil. Rev Int Med Cienc Act Fís Deporte. 2015;15(60):773-784. doi: 10.15366/rimcafd2015.60.010
2. Nascimento C, Varela S, Ayán C, Cancela JM. Efectos del ejercicio físico y pautas básicas para su prescripción en la enfermedad de Alzheimer. Rev Andal Med Deporte. 2016;9(1):32-40. doi: 10.1016/j.ramd.2015.02.003
3. Bherer L, Erickson KI, Liu-Ambrose T. A review of the effects of physical activity and exercise on cognitive and brain functions in older adults. J Aging Res. 2013. doi: 10.1155/2013/657508
4. Ahlskog JE, Geda YE, Graff-Radford NR, Petersen RC. Physical exercise as a preventive or disease-modifying treatment of dementia and brain aging. Mayo Clin Proc. 2011;86(9):876-84. doi: 10.4065/mcp.2011.0252
5. Dennison G, Dennison P. Brain Gym®: Teacher's edition revised. Ventura, CA: Edu-Kinesthetics, Inc; 1994.
6. Dennison P. Whole Brain Learning for the Whole Person. Ventura, CA: Edu-Kinesthetics Inc; 1985.
7. Sidiarto LD, Kusumoputro S, Samino S, Munir R, Nugroho W. The efficacy of specific patterns of movements and brain exercises on the cognitive performance of healthy senior citizen in Jakarta. Med J Indones. 2003;12(3):155. doi: 10.13181/mji.v12i3.107
8. Yágüez L, Shaw KN, Morris R, Matthews D. The effects on cognitive functions of a movement-based intervention in patients with Alzheimer's type dementia: a pilot study. Int J Geriatr Psychiatry. 2011;26(2):173-181. doi: 10.1002/gps.2510
9. Cancela JM, Vila SM, Vasconcelos J, Lima A, Ayán C. Efficacy of Brain Gym Training on the Cognitive Performance and Fitness Level of Active Older Adults: A Preliminary Study. J Aging Phys Act. 2015;23(4):653-658. doi: 10.1123/japa.2014-0044
10. Lobo A, Saz P, Marcos G, Día JL, De La Cámara C, Ventura T, et al. [Revalidation and standardization of the cognition mini-exam (first Spanish version of the Mini-Mental Status Examination) in the general geriatric population]. Med Clin (Barc). 1999;112(20):767-774.
11. World Medical Association. Declaration of Helsinki – Ethical principles for medical research involving human subjects. Fortaleza: WMA; 2013.

12. Vilar IF, Perez MJ, Ruiz J, Vilchez R, Montoro MT. Utilidad diagnóstica del Test de las Fotos (Fototest) en deterioro cognitivo y demencia. *Neurol.* 2007;22(10):860-869.
13. Del Ser T, García de Yébenes MJ, Sánchez F, Frades B, Rodríguez A, Bartolomé MP, et al. Cognitive assessment in the elderly. Normative data of a Spanish population sample older than 70 years. *Med Clin (Barc).* 2004;122:727-740.
14. Cabañero-Martínez MJ, Cabrero-García J, Richart-Martínez M, Muñoz-Mendoza CL. The Spanish versions of the Barthel index (BI) and the Katz index (KI) of activities of daily living (ADL): A structured review. *Arch Gerontol Geriatr.* 2009;49(1):e77-e84. doi: 10.1016/j.archger.2008.09.006
15. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "up & go": A test of basic functional Mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-148. doi: 10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x
16. Sangundo MF. Effect of Brain Gym Practice to Cognitive Function of The Elderly. *Mutiara Medika.* 2016; 9(2 Suppl 1):s86-94.
17. Forte R, Boreham CA, Leite JC, De Vito G, Brennan L, Gibney ER, et al. Enhancing cognitive functioning in the elderly: multicomponent vs resistance training. *Clin Interv in Aging.* 2013;8:19-27. doi: 10.2147/CIA.S36514
18. Küster OC, Fissler P, Laptinskaya D, Thurm F, Scharpf A, Woll A, et al. Cognitive change is more positively associated with an active lifestyle than with training interventions in older adults at risk of dementia: a controlled interventional clinical trial. *BMC Psychiatry.* 2016;16(1):315. doi: 10.1186/s12888-016-1018-z
19. Burns JM, Cronk BB, Anderson HS, Donnelly JE, Thomas GP, Harsha A, et al. Cardiorespiratory fitness and brain atrophy in early Alzheimer disease. *Neurology.* 2008;71(3):210-216. doi: 10.1212/01.wnl.0000317094.86209.cb
20. Pereira AC, Huddleston DE, Brickman AM, Sosunov AA, Hen R, McKhann GM, et al. An in vivo correlate of exercise-induced neurogenesis in the adult dentate gyrus. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2007;104:5638-5643. doi: 10.1073/pnas.0611721104
21. Burdette JH, Laurienti PJ, Espeland MA, Morgan AR, Telesford Q, Vechlekar CD, et al. Using network science to evaluate exercise-associated brain changes in older adults. *Front Aging Neurosci.* 2010;2:23. doi: 10.3389/fnagi.2010.00023
22. 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(7):3017-3022. doi: 10.1073/pnas.1015950108
23. Bossers WJ, Scherder EJ, Boersma F, Hortobágyi T, van der Woude LH, van Heuvelen MJ. Feasibility of a combined aerobic and strength training program and its effects on cognitive and physical function in institutionalized dementia patients. A pilot study. *PloS One.* 2014;9(5):e97577. doi: 10.1371/journal.pone.0097577
24. Broadbent NJ, Squire LR, Clark RE. Spatial memory, recognition memory, and the hippocampus. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2004;101(40):14515-14520. doi: 10.1073/pnas.0406344101
25. Cassilhas RC, Viana VA, Grassmann V, Santos RT, Santos RF, Tufik S, et al. The impact of resistance exercise on the cognitive function of the elderly. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(8):1401. doi: 10.1249/mss.0b013e318060111f

26. Trejo JL, Carro E, Torres-Alemán I. Circulating insulin-like growth factor I mediates exercise-induced increases in the number of new neurons in the adult hippocampus. *J. Neurosci.* 2001;21(5):1628–1634. doi: 10.1523/JNEUROSCI.21-05-01628.2001
27. Sai AJ, Gallager JC, Smith LM, Longsdon S. Fall predictors in the community dwelling elderly: A cross sectional and prospective cohort study. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2010;10(2):142—50.
28. Chase JAD, Phillips LJ, Brown M. Physical Activity Intervention Effects on Physical Function Among Community-Dwelling Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Aging Phys Act.* 2016:1-51. doi: 10.1123/japa.2016-0040
29. Sofi F, Valecchi D, Bacci D, Abbate R, Gensini GF, Casini A, et al. Physical activity and risk of cognitive decline: a meta-analysis of prospective studies. *J Intern Med.* 2011;269(1):107-117. doi: 10.1111/j.1365-2796.2010.02281.x
30. Aichberger MC, Busch MA, Reischies FM, Ströhle A, Heinz A, Rapp MA. Effect of physical inactivity on cognitive performance after 2.5 years of follow-up: Longitudinal results from the Survey of Health, Ageing, and Retirement (SHARE). *GeroPsych (Bern).* 2010;23(1):7. doi: 10.1024/1662-9647/a000003
31. Martinez-Gomez D, Guallar-Castillon P, Rodríguez-Artalejo F. Sitting Time and Mortality in Older Adults With Disability: A National Cohort Study. *J Am Med Dir Assoc.* 2016; 17(10):960-e15. doi: 0.1016/j.jamda.2016.07.016

**Número de citas totales / Total references:** 31 (100%)

**Número de citas propias de la revista / Journal's own references:** 1 (3,1%)