

Envejecimiento y memoria de trabajo: el papel de la complejidad y el tipo de información

Evelia Hernández-Ramos, Selene Cansino

Introducción. A pesar de que existe consenso en que la memoria de trabajo en los adultos mayores disminuye con la edad, prevalece la controversia sobre si esta disminución ocurre de manera equivalente para todo tipo de información o es más pronunciada para algún tipo de información en particular.

Objetivo. Comparar en adultos jóvenes y mayores la memoria de trabajo verbal con la memoria de trabajo visual y espacial. Estas comparaciones se evaluaron en dos niveles de complejidad.

Sujetos y métodos. Se llevaron a cabo dos experimentos, en uno de ellos los participantes realizaron las tareas verbal y visual y en el otro las tareas verbal y espacial. Participaron 42 sujetos en cada experimento: 21 adultos jóvenes y 21 adultos mayores. Se empleó la tarea de *n-back* (1 y 2-*back*) con letras, figuras abstractas y círculos en diversas posiciones para evaluar la memoria de trabajo verbal, visual y espacial, respectivamente.

Resultados. Los adultos mayores tuvieron un menor desempeño que los adultos jóvenes en la tarea visual y espacial de alta complejidad. Ambos grupos mostraron la misma eficiencia en las tareas de memoria de trabajo verbal, independientemente del grado de dificultad; sin embargo, los adultos mayores fueron menos eficientes en la tarea verbal de alta complejidad que en la de baja complejidad.

Conclusiones. Los hallazgos sugieren que los déficit en la memoria de trabajo durante el envejecimiento no dependen del tipo de información, sino del grado en que el tipo de información demanda recursos del sistema de memoria para su procesamiento.

Palabras clave. Complejidad de la tarea. Ejecutivo central. Envejecimiento. Memoria de trabajo espacial. Memoria de trabajo verbal. Memoria de trabajo visual.

Introducción

Existe evidencia de que la eficiencia de la memoria de trabajo disminuye durante el envejecimiento [1,2]. Este tipo de memoria se encarga de almacenar la información por un breve período de tiempo y de transformarla para llevar a cabo diversas tareas [3-5]. Múltiples procesos cognitivos, tales como el lenguaje, el razonamiento y el cálculo aritmético, dependen de este tipo de memoria [6], por lo que los déficit de la memoria de trabajo afectan seriamente a la calidad de vida de los adultos mayores.

De acuerdo con el modelo de Baddeley [5], la memoria de trabajo está integrada por dos subsistemas esclavos (bucle fonológico y agenda visoespacial), el *buffer* episódico y el ejecutivo central. El bucle fonológico controla la información verbal, y la agenda visoespacial, la información espacial y visual; sin embargo, estudios conductuales [7] y de neuroimagen [8] han proporcionado evidencia de que la memoria de trabajo para información visual y espacial depende de subsistemas independientes.

El *buffer* episódico integra la información de los sistemas esclavos a través de códigos multimodales en representaciones episódicas que eventualmente pueden transferirse a la memoria a largo plazo. El ejecutivo central se encarga de distribuir los recursos de atención y controla los demás componentes del sistema de la memoria de trabajo.

Los estudios que han evaluado la memoria de trabajo de un solo tipo de información han observado que la eficiencia de este tipo de memoria para información verbal [9], visual [10] y espacial [11] en adultos mayores no disminuye de manera equivalente. Pocas investigaciones han estudiado la memoria de trabajo para más de un tipo de información en el mismo grupo de adultos mayores. Dos estudios evaluaron la memoria verbal y visual [12, 13], y cinco, la memoria verbal y espacial [14-18]. Los adultos mayores se desempeñaron más pobremente en tareas visuales que en tareas verbales cuando se emplearon rostros como estímulos en la tarea visual y letras [13] o palabras [12] en la tarea verbal. En cambio, la eficiencia en la memoria de

Laboratorio de Neurocognición; Facultad de Psicología; Universidad Nacional Autónoma de México. México DF, México.

Correspondencia:

Dra. Selene Cansino. Laboratorio de Neurocognición. Facultad de Psicología. Universidad Nacional Autónoma de México. Avda. Universidad, 3004. Edif. D, 2.º piso, n.º 12. Col. Copilco Universidad. México DF, 04510, México.

Fax:

(52) 55 56 16 07 78.

E-mail:

selene@unam.mx

Agradecimientos:

A P. Trejo Morales, por su apoyo durante los experimentos.

Financiación:

CONACYT (98801, I0006-2006-01, 188872) y UNAM, DGAPA (PAPPIT IN303309).

Aceptado tras revisión externa:

23.12.10.

Cómo citar este artículo:

Hernández-Ramos E, Cansino S. Envejecimiento y memoria de trabajo: el papel de la complejidad y el tipo de información. Rev Neurol 2011; 52: 147-53.

© 2011 Revista de Neurología

trabajo espacial fue menor que en la verbal en algunos estudios [15,16], pero no en otros [14,17,18]. Del mismo modo, los estudios citados han comunicado una menor ejecución en tareas de memoria visual y espacial en los adultos mayores en comparación con los jóvenes.

La mayoría de los estudios previos confirma la mayor dificultad que experimentan los adultos mayores para procesar información visual y espacial; sin embargo, existe menor acuerdo sobre el grado en que la habilidad de la memoria de trabajo para información verbal disminuye durante el envejecimiento, ya que tres estudios [14,16,18] observaron un menor desempeño en los adultos mayores que en los jóvenes en tareas de memoria verbal, mientras que dos informaron de un desempeño equivalente en ambos grupos de edad [12,13].

Destaca el hecho de que todos los estudios que han comparado la memoria de trabajo para más de un tipo de información en un mismo grupo de personas han valorado tan sólo un nivel de complejidad. El objetivo del presente estudio fue evaluar la memoria de trabajo verbal, visual y espacial en dos niveles de complejidad. Introducir dos niveles de dificultad permite establecer si las dificultades que experimentan los adultos mayores cuando procesan diferentes tipos de información dependen de una disminución de los recursos de atención. Si los adultos mayores logran desempeñarse de manera equivalente a los jóvenes en tareas de baja complejidad, pero no en tareas de alta complejidad, indicará que la disminución de la memoria de trabajo para ese tipo de información en particular ocurre cuando los recursos de atención son insuficientes. En cambio, si el desempeño de los adultos mayores es inferior al de los jóvenes en ambos niveles de complejidad, será evidencia de que el tipo de información en sí misma influye en la habilidad de la memoria de trabajo de los adultos mayores, independientemente de la demanda de los recursos de atención.

Asimismo, es importante señalar que sólo algunos de los estudios citados [12-15] emplearon la misma tarea de memoria de trabajo para evaluar la habilidad de este sistema para procesar dos tipos diferentes de información; otros utilizaron distintas tareas [17]. En el presente estudio se empleó la misma tarea para evaluar la memoria de trabajo verbal, visual y espacial. En particular, se usó la tarea *n-back* [19], que consiste en comparar el estímulo del ensayo actual con el estímulo presentado en el ensayo *n* veces atrás. En la memoria de trabajo ocurren dos procesos: capacidad y procesamiento. El primero se refiere al número de estímulos que pue-

den almacenarse simultáneamente; y el procesamiento son todas las acciones que lleva a cabo el ejecutivo central para organizar, inhibir, transformar y actualizar la información [6]. En los adultos mayores ambos procesos se encuentran disminuidos, tanto para información verbal [1,14,17], como visual y espacial [7,10-13,16]. La tarea de *n-back* permite evaluar ambos procesos (capacidad y procesamiento) [20] de manera indiferenciada, ya que ambos varían uniformemente al incrementar el valor de *n* [21].

Los estudios citados que valoraron la memoria de trabajo visual utilizaron rostros como estímulos. Los rostros se consideran estímulos socialmente relevantes [13] y altamente complejos porque incluyen varios atributos visuales tales como forma, sombra y profundidad. De hecho, la profundidad se considera un atributo espacial, por lo que estos estímulos corresponden al dominio de ambos tipos de memoria de trabajo, visual y espacial. En el presente estudio se evaluó la memoria de trabajo visual mediante figuras abstractas que no correspondían a ningún objeto conocido para evitar en la medida de lo posible el empleo de recursos semánticos para almacenar y procesar la información. Asimismo, el empleo de este tipo de estímulos permitió evaluar un solo parámetro de la memoria visual, la forma. Lo anterior garantizó el estudio de la memoria de trabajo visual sin la mezcla de otros atributos o de información de otro dominio, como el espacial.

Se llevaron a cabo dos experimentos en los que participaron tanto adultos jóvenes como mayores. En uno de ellos se evaluó la memoria de trabajo verbal y visual, y en el otro la memoria de trabajo verbal y espacial. En ambos experimentos se emplearon dos niveles de complejidad.

Sujetos y métodos

Experimento 1

Participaron 21 adultos jóvenes y 21 adultos mayores sanos (10 mujeres en cada grupo). Las características de los sujetos y los resultados en las pruebas psicológicas se muestran en la tabla I. Todos los participantes tuvieron visión normal o corregida a lo normal, 11 años como mínimo de educación formal y obtuvieron una puntuación mínima sin normalizar de 26 en la subescala de vocabulario de la escala de inteligencia para adultos de Wechsler [22], de 24 en el test minimal del Folstein [23] y una puntuación no mayor a 20 en el inventario de depresión de Beck [24]. Los grupos no difirieron sig-

Tabla I. Características de los participantes y puntuaciones obtenidas en las pruebas psicológicas de ambos experimentos.

	Experimento 1		Experimento 2	
	Jóvenes	Mayores	Jóvenes	Mayores
Edad (años) ^a	25,2 (2,9)	64,9 (2,4)	24,1 (2,0)	65,0 (2,3)
Escolaridad (años) ^a	17,3 (2,4)	17,3 (3,4)	16,5 (1,0)	16,7 (3,6)
Subescala de vocabulario (WAIS-R) ^a	14,6 (1,7)	14,3 (1,3)	13,9 (1,3)	13,9 (1,5)
Test minimal de Folstein ^b	29,0 (0,5)	29,0 (1,0)	30,0 (1,0)	30,0 (1,5)
Inventario de depresión de Beck ^b	3,0 (1,5)	4,0 (3,0)	4,0 (8,5)	4,0 (6,5)

^a Media y desviación estándar entre paréntesis; ^b Mediana y rango semiintercuartil entre paréntesis. WAIS-R: escala de inteligencia para adultos de Wechsler revisada.

nificativamente en años de estudios ni en las puntuaciones de las pruebas psicológicas ($p > 0,05$). Los participantes firmaron una carta de consentimiento informado y recibieron una compensación económica por su participación. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Los sujetos participaron en tres sesiones de trabajo. En la primera se evaluó su agudeza visual y respondieron a las pruebas psicológicas. En la segunda y tercera sesión los sujetos realizaron las tareas de memoria de trabajo visual y verbal en orden contrabalanceado; a su vez, los dos niveles de complejidad de cada tarea se llevaron a cabo en orden contrabalanceado.

En la tarea de *n-back* verbal se utilizaron 21 letras (B, C, D, E, G, H, J, K, L, M, N, P, Q, R, S, T, V, W, X, Y, Z) y en la tarea visual se usaron 21 figuras abstractas (Figura). Las figuras fueron evaluadas por 25 jueces para garantizar que no se asociaran a ningún objeto conocido. Las letras y las figuras se presentaron en color gris oscuro (ángulo visual aproximado vertical y horizontal de 3,0°). Se llevaron a cabo 180 ensayos en cada nivel de complejidad.

En ambas tareas, cada ensayo comenzó con la presentación de un asterisco (ángulo visual vertical y horizontal de 0,5°) durante 200 ms al centro de la pantalla. Después de un período de 200 ms en que la pantalla permaneció en blanco, se presentó al centro de la pantalla el estímulo durante 500 ms. La pantalla permaneció en blanco durante 3.600 ms después de la desaparición del estímulo. Los sujetos tuvieron 3.000 ms para responder a partir de la presentación del estímulo. La tarea del sujeto consistió

en indicar en cada ensayo si el estímulo era igual (ensayo blanco) o no (ensayo no blanco) al que se presentó uno (*1-back*) o dos (*2-back*) ensayos atrás, según el nivel de complejidad de la tarea. El 33% de los ensayos fueron ensayos blanco y el resto, ensayos no blanco. El dedo índice izquierdo y derecho se asignó de manera contrabalanceada para responder a los dos tipos de ensayo. Se emplearon dos cajas de respuesta con una sola tecla cada una. Los participantes realizaron una fase de práctica antes de cada tarea.

Análisis de datos

El porcentaje de respuestas correctas y los tiempos de reacción se sometieron a un análisis de varianza mixto con los factores: grupo (adultos jóvenes y mayores), tipo de memoria (verbal y visual) y complejidad (*1-back* y *2-back*). El nivel de probabilidad para considerar un resultado significativo fue $p < 0,05$. Las interacciones significativas con el factor grupo se analizaron con pruebas *t* de Student. El nivel de alfa se corrigió con el método de Bonferroni.

Resultados

El ANOVA mixto del porcentaje de respuestas correctas resultó significativo para los factores grupo ($F_{(1,40)} = 8,35; p = 0,006$), complejidad ($F_{(1,40)} = 96,23; p < 0,001$) y tipo de memoria ($F_{(1,40)} = 43,23; p < 0,001$), y para las interacciones entre los factores grupo y tipo de memoria ($F_{(1,40)} = 7,83; p = 0,008$), grupo y complejidad ($F_{(1,40)} = 13,9; p < 0,001$), complejidad y tipo de memoria ($F_{(1,40)} = 21,15; p < 0,001$), y grupo, complejidad y tipo de memoria ($F_{(1,40)} = 4,55; p = 0,04$). Los adultos jóvenes tuvieron un ma-

Figura. Figuras abstractas empleadas en la tarea de memoria de trabajo visual.

yor porcentaje de respuestas correctas que los adultos mayores sólo en la tarea 2-back visual: $t_{(40)} = 5,07$; $p < 0,001$ (Tabla II). Asimismo, los adultos mayores tuvieron un menor porcentaje de respuestas correctas en la tarea visual que en la tarea verbal en ambos niveles de complejidad (1-back: $t_{(20)} = -3,28$, $p = 0,004$; 2-back: $t_{(20)} = -5,83$, $p < 0,001$). El porcentaje de respuestas correctas fue superior en la tarea 1-back visual que en la tarea 2-back visual en ambos grupos (adultos jóvenes: $t_{(20)} = 6,50$, $p < 0,001$; adultos mayores: $t_{(20)} = 10,28$, $p < 0,001$) y en la tarea 1-back verbal en comparación con la 2-back verbal ($t_{(20)} = 3,84$; $p = 0,001$) sólo en los adultos mayores.

Para determinar el grado en que el menor desempeño en la tarea 2-back visual en comparación con la tarea 2-back verbal se incrementa con la edad, se sustrajo el porcentaje de respuestas correctas entre ambas tareas (verbal y visual) en cada nivel de complejidad y se sometieron a un ANOVA mixto con los factores grupo y complejidad. El factor grupo ($F_{(1, 40)} = 7,83$; $p = 0,008$), complejidad ($F_{(1, 40)} = 21,15$; $p < 0,001$) y la interacción entre ambos factores ($F_{(1, 40)} = 4,55$; $p = 0,04$) resultaron significativos. La diferencia entre las tareas de memoria de trabajo verbal y visual difirió entre los grupos ($t_{(40)} = -2,79$; $p = 0,008$) sólo en la tarea 2-back (adultos jóvenes: media de $4,9 \pm 2,0$; adultos mayores: media de $12,6 \pm 2,0$).

El análisis de los tiempos de reacción en las respuestas correctas resultó significativo para los factores grupo ($F_{(1, 40)} = 15,18$; $p < 0,001$), tipo de memoria ($F_{(1, 40)} = 64,57$; $p < 0,001$) y complejidad ($F_{(1, 40)} = 110,71$; $p < 0,001$), y para la interacción entre los factores grupo y complejidad ($F_{(1, 40)} = 9,78$; $p = 0,003$). Los adultos mayores (1-back: 854 ± 36 ; 2-back: 1.124 ± 46) presentaron mayores tiempos de reacción que

los adultos jóvenes (1-back: 700 ± 36 ; 2-back: 853 ± 46) en ambos niveles de complejidad, independientemente de la tarea (1-back: $t_{(40)} = -3,01$, $p = 0,004$; 2-back: $t_{(40)} = -4,23$, $p < 0,001$).

Experimento 2

Participaron el mismo número de personas que en el experimento 1 (Tabla I). Ningún sujeto participó en ambos experimentos. Los años de estudio y las puntuaciones en las pruebas psicológicas no difirieron entre los grupos de edad, ni entre los grupos de ambos experimentos ($p > 0,05$). El procedimiento fue similar en ambos experimentos, por lo que sólo se detallan las diferencias.

Se llevaron a cabo dos sesiones de trabajo con cada participante. En la primera se aplicaron las pruebas psicológicas, y en la segunda los sujetos realizaron las tareas de memoria de trabajo verbal y espacial en sus dos niveles de complejidad. Las tareas y sus dos niveles de complejidad se realizaron en orden contrabalanceado.

En la tarea verbal se emplearon 12 letras: B, F, G, K, L, N, P, Q, R, S, T y X (ángulo visual vertical y horizontal aproximado de $1,5^\circ$) y en la tarea espacial se usó un círculo (diámetro de ángulo visual de $1,5^\circ$). Las letras se presentaron al centro de la pantalla y el círculo se presentó en una de 12 posibles posiciones de un círculo imaginario alrededor del centro de la pantalla. La distancia entre el centro de la pantalla y el círculo fue de 4° . En cada nivel de complejidad de ambas tareas se llevaron a cabo 72 ensayos, un tercio de ellos eran ensayos blanco.

En la tarea espacial se proyectó de manera continua una cruz al centro de la pantalla (ángulo visual horizontal y vertical de $0,5^\circ$). En ambas tareas los estímulos se presentaron por 300 ms y la pantalla permaneció en blanco los siguientes 2.700 ms. Los sujetos podían proporcionar su respuesta durante un período de 3.000 ms a partir de la presentación del estímulo.

Resultados

El ANOVA mixto del porcentaje de respuestas correctas resultó significativo para los factores grupo ($F_{(1, 40)} = 18,72$; $p < 0,001$), complejidad ($F_{(1, 40)} = 99,30$; $p < 0,001$) y tipo de memoria ($F_{(1, 40)} = 39,72$; $p < 0,001$), y para las interacciones entre los factores grupo y tipo de memoria ($F_{(1, 40)} = 17,73$; $p < 0,001$), grupo y complejidad ($F_{(1, 40)} = 7,30$; $p = 0,01$), complejidad y tipo de memoria ($F_{(1, 40)} = 4,81$; $p = 0,03$) y grupo, tipo de memoria y complejidad ($F_{(1, 40)} = 8,36$; $p = 0,006$). Los adultos jóvenes tuvieron un mayor porcentaje de respuestas correctas que los

Tabla II. Ejecución en ambos grupos de edad y en los dos experimentos (media y desviación estándar entre paréntesis).

	Experimento 1				Experimento 2			
	Verbal		Visual		Verbal		Espacial	
	1-back	2-back	1-back	2-back	1-back	2-back	1-back	2-back
Respuestas correctas (%)								
Jóvenes	96,7 (3,7)	93,0 (5,8)	94,9 (3,6)	88,0 (6,2)	98,5 (1,5)	91,7 (4,6)	96,4 (2,7)	90,7 (7,8)
Mayores	97,0 (4,3)	89,6 (8,3)	93,0 (8,8)	77,0 (7,8)	96,4 (4,8)	89,2 (5,3)	92,0 (6,0)	77,1 (10,5)
Tiempos de reacción (ms)								
Jóvenes	645 (183)	763 (196)	755 (167)	930 (205)	737 (126)	964 (214)	761 (159)	1.045 (296)
Mayores	770 (156)	1.042 (236)	937 (201)	1.206 (268)	840 (162)	1.102 (172)	906 (146)	1.190 (215)

adultos mayores en la tarea espacial de alta complejidad: $t_{(40)} = 4,58$; $p < 0,001$ (Tabla II). Asimismo, los adultos mayores tuvieron un menor porcentaje de respuestas correctas en la tarea espacial que en la tarea verbal en ambos niveles de complejidad (1-back: $t_{(20)} = -3,45$, $p = 0,003$; 2-back: $t_{(20)} = -7,94$, $p < 0,001$). El desempeño de los sujetos de ambos grupos fue superior en las tareas de baja complejidad que en las de alta complejidad: tareas verbales (adultos jóvenes: $t_{(20)} = 6,54$, $p < 0,001$; adultos mayores: $t_{(20)} = 5,78$, $p < 0,001$) y tareas espaciales (adultos jóvenes: $t_{(20)} = 3,75$, $p = 0,001$; adultos mayores: $t_{(20)} = 8,82$, $p < 0,001$).

La sustracción del desempeño de los sujetos entre las tareas verbal y espacial se llevó a cabo como en el experimento 1. Resultaron significativos los factores grupo ($F_{(1, 40)} = 17,73$; $p < 0,001$) y complejidad ($F_{(1, 40)} = 4,81$; $p = 0,03$), y la interacción de ambos factores ($F_{(1, 40)} = 8,36$; $p = 0,006$). La diferencia entre las tareas difirió entre los grupos de edad ($t_{(40)} = -3,52$; $p = 0,001$. Adultos jóvenes: $1,1 \pm 1,8$; adultos mayores: $11,6 \pm 1,8$) sólo en las tareas de alta complejidad.

El análisis de los tiempos de reacción en las respuestas correctas resultó significativo para los factores grupo ($F_{(1, 40)} = 7,12$; $p < 0,011$), tipo de memoria ($F_{(1, 40)} = 10,05$; $p = 0,003$) y complejidad ($F_{(1, 40)} = 155,75$; $p < 0,001$). Los adultos mayores (1.009 ± 35) fueron menos veloces que los adultos jóvenes (877 ± 35). Asimismo, ambos grupos tuvieron mayores tiempos de reacción en la tarea de memoria espacial (975 ± 30) que en la verbal (910 ± 24), y en las tareas 2-back (1.075 ± 32) que en las 1-back (811 ± 21).

Comparación entre experimentos

Las diferencias en el porcentaje de respuestas correctas entre las tareas verbal y visual del experimento 1, y verbal y espacial del experimento 2 se sometieron a un ANOVA mixto de dos vías con los factores grupo, experimento (1 y 2) y complejidad. Sólo el factor experimento es relevante en este análisis. Este factor o su interacción con los otros factores no resultó significativo ($p > 0,05$).

Discusión

El análisis de la habilidad de la memoria de trabajo verbal, visual y espacial bajo condiciones de baja y alta complejidad permitió conocer que el deterioro de este tipo de memoria durante el envejecimiento no depende exclusivamente del tipo de información, sino también de la disponibilidad de recursos por parte del ejecutivo central para almacenar y procesar la información dentro del sistema de memoria. Esto fue evidente por el hecho de que las diferencias entre grupos en la memoria de trabajo visual y espacial sólo se observaron en las tareas de alta complejidad. Ambos grupos tuvieron la misma eficiencia para procesar estos dos tipos de información cuando la demanda de los recursos de atención fue mínima, lo que indica que el deterioro de la memoria durante el envejecimiento no depende del tipo de información por sí misma, sino de los recursos disponibles. Esto se confirma aún más por el hecho de que los adultos mayores fueron menos

eficientes en la tarea verbal de alta complejidad que en la de baja complejidad, a pesar de que su habilidad para procesar información verbal fue equivalente a la de los adultos jóvenes.

La reducción de los recursos durante el envejecimiento ha sido una de las principales hipótesis que explican el deterioro cognitivo general que experimentan los adultos mayores [25]. Los niveles de complejidad *1-back* y *2-back* permitieron incrementar de manera uniforme la demanda de los recursos del ejecutivo central. Ambos niveles requieren de los procesos de almacenamiento, actualización y comparación del estímulo actual con el presentado *n* veces atrás. En cambio, en la tarea *2-back* se incrementa la demanda de almacenamiento y se añade el proceso de inhibición, ya que es necesario inhibir temporalmente el estímulo inmediato anterior. Además, el tiempo entre el ensayo actual y el presentado dos veces atrás se incrementa en comparación con la tarea *1-back*. De hecho, Baddeley [3] ha propuesto que cuanto mayor sea el tiempo que la información se deba retener, mayor será la probabilidad de que ésta se pierda, y esta posibilidad se incrementa en los adultos mayores.

La habilidad de la memoria de trabajo en los adultos mayores disminuyó sólo cuando la demanda de las funciones del ejecutivo central se incrementó en las tareas de alta complejidad. El control atencional o la capacidad de mantener en el foco de la conciencia la información es una función propia del ejecutivo central y distingue a la memoria de trabajo de la memoria a corto plazo [26]. Esta función no depende de la modalidad de la información, lo que explica el menor desempeño de los adultos mayores en las tareas de alta complejidad independientemente del tipo de información. Estudios de neuroimagen en adultos jóvenes [8] han observado activación en las cortezas frontal dorsal, frontal superior y parietal durante tareas que demandan funciones del ejecutivo central. En particular, las regiones frontales experimentan mayor pérdida de células nerviosas con la edad [27], lo que podría asociarse con el deterioro de la memoria de trabajo en situaciones de alta demanda.

A su vez, los resultados revelaron que el deterioro de la memoria de trabajo durante el envejecimiento depende en parte del tipo de información, debido a que no se observaron diferencias entre los grupos en la habilidad de la memoria verbal, a pesar de que algunos estudios han comunicado tales diferencias [14,16,18]. Lo anterior sugiere que la memoria de trabajo verbal se encuentra preservada durante el envejecimiento; sin embargo, esto se debe probablemente a que la información verbal es alta-

mente familiar para las personas, por lo que requiere un mínimo de recursos de atención para su memorización. Además, el material verbal se beneficia de la repetición subvocal durante su almacenamiento en la memoria de trabajo.

En conclusión, los hallazgos del presente estudio contribuyen a esclarecer algunas de las controversias que existen en los resultados de los estudios previos. La desventaja observada en los adultos mayores en tareas de memoria de trabajo visual afecta a estímulos que son familiares para los sujetos, como los rostros [12,13], y a estímulos que nunca han sido vistos por los sujetos, como las figuras abstractas usadas en este estudio. La menor eficiencia de los adultos mayores en la tarea de memoria de trabajo espacial en comparación con la verbal se confirmó en el presente estudio, como en alguno de los otros [15,16]. A pesar de que el tiempo de presentación entre los estímulos fue menor en la tarea espacial en comparación con la visual, y que el intervalo entre estímulos fue mayor en la tarea visual que en la espacial, no se observaron diferencias significativas entre las sustracciones de las respuestas correctas de las tareas verbal-visual y verbal-espacial. Esto indica que la habilidad de la memoria de trabajo visual y espacial fue equivalente en cada grupo de edad y que ambas demandan los mismos recursos de atención del sistema de memoria.

Bibliografía

1. Bopp KL, Verhaeghen P. Aging and verbal memory span: a meta-analysis. *J Gerontol B Psychol Soc Sci* 2005; 60: P223-33.
2. Grady CL, Craik FI. Changes in memory processing with age. *Curr Opin Neurobiol* 2000; 10: 224-31.
3. Baddeley AD. Working memory. New York: Oxford University Press; 1986.
4. Baddeley AD. The concept of working memory. In Gathercole SE, ed. *Models of short-term memory*. London: Psychology Press; 1996. p. 1-27.
5. Baddeley A. The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends Cogn Sci* 2000; 4: 417-23.
6. Baddeley A. The fractionation of working memory. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1996; 93: 13468-72.
7. Chen J, Hale S, Myerson J. Effects of domain, retention interval, and information load on young and older adults' visuospatial working memory. *Aging Neuropsychol Cogn* 2003; 10: 122-33.
8. Wager TD, Smith EE. Neuroimaging studies of working memory: a meta-analysis. *Cogn Affect Behav Neurosci* 2003; 3: 255-74.
9. Missonnier P, Gold G, Leonards U, Costa-Fazio L, Michel JP, Ibáñez V, et al. Aging and working memory: early deficits in EEG activation of posterior cortical areas. *J Neural Transm* 2004; 111: 1141-4.
10. Stern Y, Habeck C, Moeller J, Scarmeas N, Anderson KE, Hilton HJ, et al. Brain networks with cognitive reserve in healthy young and old adults. *Cereb Cortex* 2005; 15: 394-402.
11. McEvoy L, Smith M, Gevins A. Dynamic cortical networks

- of verbal and spatial working memory: effects of memory load and task practice. *Cereb Cortex* 1998; 8: 563-74.
12. Berardi A, Haxby JV, De Carli C, Schapiro MB. Face and word memory differences are related to patterns of right and left lateral ventricle size in healthy aging. *J B Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 1997; 52: P54-61.
 13. Leonards U, Ibáñez V, Giannakopoulos P. The role of stimulus type in age-related changes of visual working memory. *Exp Brain Res* 2002; 146: 172-83.
 14. Janowsky JS, Carper RA, Kaye JA. Asymmetrical memory decline in normal aging and dementia. *Neuropsychologia* 1996; 34: 527-35.
 15. Jennings JR, Van der Veen FM, Meltzer CC. Verbal and spatial working memory in older individuals: a positron emission tomography study. *Brain Res* 2006; 1092: 177-89.
 16. Myerson J, Hale S, Rhee SH, Jenkins L. Selective interference with verbal and spatial working memory in young and older adults. *J B Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 1999; 54: P161-4.
 17. Salthouse TA. Differential age-related influences on memory for verbal-symbolic information and visual-spatial information? *J B Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 1995; 50: P193-201.
 18. Reuter-Lorenz PA, Jonides J, Smith EE, Hartley A, Miller A, Marshuetz C, et al. Age differences in the frontal lateralization of verbal and spatial working memory revealed by PET. *J Cogn Neurosci* 2000; 12: 174-87.
 19. Gevins A, Cutillo B. Spatiotemporal dynamics of component processes in human working memory. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1993; 87: 128-43.
 20. Jonides J, Schumacher EH, Smith EE, Lauber EJ, Awh E, Minoshima S, et al. Verbal working memory load affects regional brain activation as measured by PET. *J Cogn Neurosci* 1997; 9: 462-75.
 21. Chen YN, Mitra S, Schlaghecken F. Sub-processes of working memory in the N-back task: an investigation using ERPs. *Clin Neurophysiol* 2008; 119: 1546-59.
 22. Wechsler D. WAIS-R manual. New York: Psychological Corporation; 1981.
 23. Folstein ME, Folstein SE, McHugh PR. Mini-mental state: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res* 1975; 12: 189-98.
 24. Beck AT, Ward CH, Mendelson M, Mock J, Erbaugh J. An inventory for measuring depression. *Arch Gen Psychiatry* 1961; 4: 561-71.
 25. Morris RG, Gick ML, Craik FIM. Processing resource and age differences in working memory. *Mem Cogn* 1988; 16: 362-6.
 26. García-Molina A, Tirapu-Urtároz J, Luna-Lario P, Ibáñez J, Duque P. ¿Son lo mismo inteligencia y funciones ejecutivas? *Rev Neurol* 2010; 50: 738-46.
 27. Raz N, Gunning FM, Head D, Dupuis JH, McGuain J, Briggs SD, et al. Selective aging of the human cerebral cortex observed in vivo: differential vulnerability of the prefrontal gray matter. *Cereb Cortex* 1997; 7: 268-82.

Ageing and working memory: the role of complexity and the type of information

Introduction. Although there is agreement that working memory in older adults diminished with age, there is still controversy whether this reduction occurs equally for all kind of information or it is more pronounced for a particular type of information.

Aim. To compare verbal working memory with visual and spatial working memory in young and older adults. These comparisons were examined at two levels of complexity.

Subjects and methods. Two experiments were conducted, in one of them subjects performed the verbal and visual tasks, and in the other the verbal and spatial tasks. Forty-two subjects participated in each experiment: 21 young adults and 21 older adults. The *n*-back task (1-back and 2-back) was used with letters, abstract figures and circles at different positions to evaluate verbal, visual and spatial working memory, respectively.

Results. Older adults performed lower than young adults in the visual and spatial high difficult tasks. Working memory efficiency in the verbal task was equivalent in both groups, independently of the level of complexity; however, older adults' accuracy was lower in high complexity verbal task relative to the low complexity task.

Conclusions. The findings suggest that working memory deficits during aging do not depend on the type of information but on the amount of resources from the memory system that each type of information requires to be processed.

Key words. Ageing. Central executive. Spatial working memory. Task complexity. Verbal working memory. Visual working memory.