

Efectos del Envejecimiento en el Ejecutivo Central de la Memoria de Trabajo *

Débora I. Burin,^{1,2} Aníbal D. Duarte¹

¹ Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires

² CONICET

Resumen

Se examinaron los efectos del envejecimiento normal en el ejecutivo central de la memoria de trabajo, en un paradigma de doble tarea, que consistía en el recuerdo a corto plazo de un polígono generado al azar, con interferencias selectivas en el intervalo de retención. El grupo de adultos mayores de 65 años (n = 30) era significativamente mejor que los adultos jóvenes (n = 30) en inteligencia verbal según Vocabulario del WAIS-R, y no difería en el rendimiento en el recuerdo del polígono sin interferencia. El reconocimiento del polígono fue perjudicado por una interferencia viso-espacial, pero no por una verbal, en un grupo de adultos jóvenes. El rendimiento de adultos mayores fue afectado por ambas interferencias. Estos resultados avala la hipótesis de afectación del ejecutivo central de la memoria de trabajo en el envejecimiento.

Palabras clave: Memoria de Trabajo – Ejecutivo Central – Doble Tarea - Envejecimiento

Abstract

Effects of normal aging on working memory's central executive functioning were examined employing a double task paradigm that required short-term retention of a randomly generated polygon, with selective interferences in the retention interval. The group of older adults (n = 30) was significantly better than the younger group (n = 30) in verbal intelligence according to the WAIS-R Vocabulary subtest, and did not differ in single-task recognition of the polygon. The younger group's short-term recognition of the polygon was significantly worse after a visuo-spatial interference, but not after a verbal one. Performance of the elder group was significantly affected by both interferences. These results support the hypothesis that normal aging has a detrimental effect on the central executive of working memory.

Keywords: Working Memory – Central Executive – Double Task – Aging

Correspondencia con el autor: dburin@psi.uba.ar

* Esta investigación fue subvencionada con una Beca Postdoctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (Res.D N° 0718/99) otorgada a la primera autora.

1. Introducción

La *memoria de trabajo* u *operativa* es el "espacio mental" de trabajo, necesario para el recuerdo episódico y semántico, para el pensamiento y la toma de decisión, para la comprensión del lenguaje y el cálculo mental, y en general para todas las actividades cognitivas que requieren atención y procesamiento controlado. Está constituida por procesos y representaciones activados en forma temporaria, "implicados en el control, la regulación y el mantenimiento activo de información relevante para una tarea, al servicio de la cognición compleja" (Miyake & Shah, 1999a, p. 450). La mayoría de los modelos de memoria de trabajo separan los mecanismos de procesamiento activo (concebidos como un conjunto de funciones ejecutivas amodales, o como recursos de atención controlada), de la activación temporal de estímulos de modalidad específica (ver Miyake & Shah, 1999b). La separación de componentes se apoya en evidencia convergente de experimentos en el paradigma de doble tarea, casos neuropsicológicos, estudios de neuroimagen, y patrones evolutivos, así como abordajes psicométricos (ver Miyake & Shah, 1999b). Las tareas de memoria de trabajo requieren generalmente la retención a corto plazo de un número limitado de estímulos (letras, palabras, dígitos, figuras, patrones viso-espaciales), en tanto que se realiza en forma concurrente, en forma simultánea o sucesiva, otro proceso de complejidad variable (p.ej. pronunciar sílabas irrelevantes, mover la mano formando un patrón definido, lectura de oraciones, verificación gramatical de oraciones, operaciones aritméticas...).

En el modelo de memoria de trabajo de Baddeley y cols. (Baddeley, 1986, 1996; Baddeley & Logie, 1999), se distinguen los recursos del ejecutivo central amodal, de dos sistemas de retención temporaria de modalidad específica, uno auditivo-verbal (el *lazo* o *bucle fonológico*), y el otro viso-espacial (el *anotador* o la *agenda viso-espacial*). Baddeley (2000) ha sugerido recientemente un nuevo componente, el *almacén episódico* (*episodic buffer*), un subsistema de almacenamiento limitado de información multimodal integrada en escenas, episodios, o modelos mentales. El lazo fonológico es el componente de la memoria de trabajo mejor conocido hasta el momento. Se ha caracterizado como un almacén temporario pasivo, con un proceso de mantenimiento activo de naturaleza articulatoria, y tiene un importante papel en la adquisición del lenguaje y de la lecto-escritura (Baddeley & Logie, 1999). Regiones parietales y temporales izquierdas se asocian con el aspecto pasivo del lazo fonológico, y el área de Broca con el mecanismo de repetición articulatoria (Paulesu, Frith y Frackowiak, 1993; Nyberg, Forkstam, Petersson, Cabeza, & Ingvar, 2002).

En cuanto a la agenda viso-espacial, también se ha sugerido su fraccionamiento en dos componentes, uno visual y otro espacial. Por ejemplo, una interferencia espacial sin requerimientos visuales, como mover el brazo siguiendo un patrón secuencial, generalmente produce peor rendimiento en el recuerdo de una secuencia espacial (p.ej. la tarea de cubos de Corsi), pero no en el recuerdo de figuras, o tonalidades de color, en tanto que el recuerdo de colores, o de imágenes mentales, se ve interferido selectivamente por una tarea interpolada que requiera mirar figuras o patrones visuales (Logie, 1995; Logie & Marchetti, 1991, Quinn y McConnell, 1999). El componente viso-espacial de la memoria de trabajo se relaciona con la activación de zonas occipito-temporales y occipito-parietales (Smith, Jonides,

Koeppel, Awh, Schumacher y Minoshima, 1995). Respecto del ejecutivo central, el primer modelo fue el *Supervisor Atencional* de Norman y Shallice (1986). En su concepción actual, el ejecutivo central no tiene modalidad específica ni recursos de almacenamiento, y constituye un conjunto de procesos encargados de la asignación de los recursos atencionales (división atencional en doble tarea, focalización, inhibición de distractores), y de la recuperación estratégica de información de la memoria de largo plazo (Baddeley, 1996; Baddeley & Logie, 1999). Se asocia con el prefrontal dorsolateral y medial, y con regiones parietales (Baddeley, 1996; Nyberg et al., 2002; Smith y Jonides, 1999).

El *envejecimiento* trae aparejado menor rendimiento en una gran variedad de dominios cognitivos. En pruebas neuropsicológicas de memoria de trabajo, que requieren almacenamiento y procesamiento concurrente, los adultos mayores generalmente tienen peor ejecución que los más jóvenes, pero en tareas de memoria de corto plazo, que requieren sólo almacenamiento, las diferencias son pequeñas e inconsistentes (Craig, 1977; Salthouse & Babcock, 1991; Salthouse, 2000). Esto sugiere que el envejecimiento aparece asociado a menor eficacia del funcionamiento ejecutivo central. La evidencia neuropsicológica señala esto de forma indirecta, ya que el lóbulo frontal es especialmente susceptible a los cambios fisiológicos del envejecimiento, y en general los adultos mayores tienen menor rendimiento en tests de funciones “frontales” (Perfect, 1997; West, 1996). Sin embargo, los tests neuropsicológicos de funciones frontales no pueden identificarse totalmente con el funcionamiento del ejecutivo central de la memoria de trabajo, sino que abarcan mayor número de componentes cognitivos (Baddeley, 1996; Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter, & Wager, 2000). Las diferencias entre jóvenes y mayores en memoria de trabajo fueron estudiadas en una serie de experimentos con neuroimagen por Reuter-Lorenz, Jonides y otros (Jonides et al., 2000; Reuter-Lorenz et al., 2000), mediante el paradigma de *n-back*. La única diferencia entre adultos jóvenes y mayores fue la activación en el prefrontal lateral izquierdo, asociado a un mejor rendimiento en la tarea. Los autores interpretaron que este resultado, compatible con la hipótesis de falla inhibitoria del ejecutivo central, también podía verse como una falla en la ubicación temporal del estímulo o *context monitoring* (Jonides et al., 2000). Así pues, no se puede identificar fallas en pruebas que activan zonas prefrontales con déficits en el ejecutivo central de la memoria de trabajo.

En los estudios de doble tarea con carga de memoria, una serie de experimentos de Baddeley y cols. (Baddeley, Buck, & Wilcock, 2001; Baddeley, Bressi, Della Sala, Logie, & Spinnler, 1991) examinó tanto el envejecimiento normal como la enfermedad de Alzheimer. Se les requería combinar dos tareas, una dependiente del lazo fonológico (retener dígitos) y la otra de la agenda viso-espacial (seguimiento motor). El nivel de dificultad para la doble tarea fue fijado en base al nivel de rendimiento de cada prueba por separado; así, la precisión al inicio era equivalente para todos los grupos. El rendimiento decayó significativamente para los pacientes con Alzheimer, pero no para los controles de mayor edad. Estos estudios señalaron entonces que la afectación del ejecutivo central en doble tarea era un correlato de condiciones patológicas, pero *no* del proceso de envejecimiento en sí. En una revisión de los estudios de Baddeley y cols., Logie y Della Sala (2001) afirmaron que “no hay evidencia de que la ejecución en doble tarea esté afectada en el envejecimiento normal, siempre y cuando las tareas elegidas dependan de

diferentes partes del sistema cognitivo, y el nivel de dificultad de ambas tareas se ajusten para equiparar el rendimiento de los grupos (jóvenes o mayores) en las tareas por separado” (p. 1479).

Tal conclusión contrasta con numerosos hallazgos de efectos de la edad avanzada en el paradigma de doble tarea, incluso sin carga mnésica (Hartley, 1992; Mc Dowd & Shaw, 2000; Salthouse, Fristoe, McGuthry, & Hambrick, 1998). Dentro del modelo de Baddeley, recientemente Holzer et al. (Holzer, Stern, & Raitkin, 2004) encontraron peor rendimiento del grupo de mayor edad en la combinación de tareas de lazo fonológico (amplitud de dígitos) y agenda visoespacial (reconocimiento de un patrón visual), efecto exacerbado a mayor solapamiento temporal de las tareas, y a mayor similitud entre la tarea primaria (la amplitud de dígitos) y secundaria (reconocimiento visual u otra amplitud de dígitos).

Así pues, en la literatura existe una fuerte sugerencia de que el envejecimiento normal afecta al ejecutivo central de la memoria de trabajo, pero la evidencia sobre esto en el paradigma de doble tarea no es concluyente. Además, la mayoría de los estudios ha empleado una tarea de memoria verbal, la retención serial de dígitos. En el presente experimento se ha comparado la ejecución de sujetos jóvenes y mayores de 65 años en una tarea de memoria de trabajo visoespacial (reconocimiento de un polígono), en distintas condiciones de interferencia en el intervalo de retención: sin interferencia, interferencia verbal (supresión articulatoria), interferencia visoespacial (observar una figura que se mueve). En experimentos previos (Burin, Duarte, Prieto y Delgado, 2004) hemos mostrado que, en adultos jóvenes, la retención del polígono sólo se ve afectada por una interferencia visoespacial, pero no verbal. De acuerdo con la lógica de las interferencias selectivas, este resultado significa que el recuerdo del polígono requiere eminentemente recursos de la agenda visoespacial. La hipótesis de afectación del ejecutivo central de la memoria de trabajo en el envejecimiento predice que los adultos mayores tendrán peor rendimiento en la tarea de memoria cuando se combine con otra tarea en el intervalo de retención, sin importar la naturaleza (verbal, visoespacial) de la tarea secundaria. Se predice entonces una interacción entre el tipo de interferencia y el grupo etareo. Para los adultos jóvenes, sólo se verificará un decremento significativo del rendimiento con la interferencia visoespacial, en tanto que para los mayores, cualquier tipo de interferencia va a perjudicar el rendimiento. Por el contrario, la hipótesis de Logie y Della Sala (2001) predice que ambos grupos se verán afectados solamente con la interferencia visoespacial.

En este estudio es importante equiparar a ambos grupos en dos aspectos. En primer lugar, es necesario tomar grupos comparables en cuanto a su nivel intelectual general. La equiparación en años de educación formal no es viable dado que existe un efecto cohorte en el nivel educacional alcanzado por los adultos. Los adultos mayores fueron seleccionados para el estudio en base a su rendimiento en una batería de pruebas neuropsicológicas, incluyendo una medida de aptitud verbal, que se supone resistente a la edad y es usualmente considerada un estimador de la inteligencia premórbida (prueba de *Vocabulario* de la batería *WAIS-R*). Fueron invitados a participar aquellos con mejor perfil cognitivo. En segundo lugar, se ha controlado el nivel de rendimiento inicial de los sujetos en la tarea de memoria del polígono realizada de forma unitaria. Para obtener un rendimiento inicial

comparable se excluyeron del estudio aquellos que tenían más de 20% de errores en la condición de memoria visual sin interferencia. Además, las tareas secundarias consistieron en actividades repetidas siempre igual y altamente automatizadas. Así pues, las diferencias entre los grupos etáreos no serían atribuibles al nivel cognitivo general, ni al nivel de rendimiento inicial en las tareas por separado.

2. Método

Sujetos.

-Grupo de mayores de 65 años: Fueron reclutados entre voluntarios que participaron en un estudio neuropsicológico en el *Programa de Estudios de la Memoria*, llevado a cabo en la *División de Neuroepidemiología, Epidemiología y Prevención, Gerencia de Atención a la Salud*, ubicado en una sede administrativa del *Instituto Nacional de Servicios Sociales a Jubilados y Pensionados*, en la ciudad de Buenos Aires. Los voluntarios completaban una entrevista clínica y una batería neuropsicológica que evaluaba memoria verbal a corto y largo plazo, memoria visual, viso-contrucción, rapidez perceptual y motora, atención, funciones ejecutivas, e inteligencia verbal (ver detalles en Burin, Jorge, Arizaga, & Paulsen, 2000). Se seleccionaron 31 participantes para el presente estudio, cuyos resultados en la batería y especialmente en la medida de inteligencia cristalizada eran superiores a la media del grupo. Los datos de una participante fueron eliminados porque obtuvo más del 20% de errores en la condición sin interferencia. La muestra final constó de 30 participantes (27 mujeres y 3 hombres). Su edad media fue de 72.03 años (s.d.= 3.39; rango = 66 - 79).

-Grupo de adultos jóvenes: Treinta y tres alumnos de primer año de la Facultad de Psicología, UBA, participaron voluntariamente a cambio de retroalimentación en el desempeño individual y facilidades en el curso. Los datos de tres participantes fueron descartados debido a la alta tasa de errores (mayor al 20%) en la condición de memoria visual sin interferencia. La muestra final fue de 30 sujetos (27 mujeres y 3 hombres), cuya media de edad fue de 20.13 años (s.d.= 2.11; rango = 18 - 26).

Materiales

Los mayores de 65 años completaban una entrevista clínica y una batería neuropsicológica que evaluaba memoria verbal a corto y largo plazo, memoria visual, viso-contrucción, rapidez perceptual y motora, atención, funciones ejecutivas, e inteligencia verbal (ver detalles en Burin et al., 2000). Todos los participantes realizaron el subtest de *Vocabulario* de la batería *WAIS-R* (Wechsler, 1988), una medida de inteligencia verbal.

La tarea de memoria de trabajo viso-espacial requería el reconocimiento de un polígono presentado visualmente en una pantalla de computadora. Los estímulos se crearon conectando al azar puntos en una matriz de 255 pixels de ancho por 199 pixels de alto. Las figuras se formaron rellenando en negro los bordes de los polígonos generados al azar, y luego se modificaron en base a pretests. Se eliminaron o modificaron las figuras que tenían más de siete puntas, ya que gran cantidad de puntas llevaba a una estrategia de contarlas. Las figuras de respuesta "diferente" se crearon añadiendo o sustrayendo detalles (un lado, un ángulo o punta) de las formas a ser recordadas.

La tarea primaria (retención del polígono) se realizó en tres condiciones de interferencia:

- Sin interferencia: pantalla en blanco
- Interferencia verbal: supresión articulatoria (Baddeley, 1986; Murray, 1968), que consistió en decir el alfabeto.
- Interferencia viso-espacial: seguir con la vista y la cabeza una figura geométrica (un círculo, un cuadrado, un triángulo) que cruza la pantalla (Burin et al., 2004).

Las tareas fueron programadas en Visual Basic. Los adultos jóvenes fueron testeados en una sesión en el *Programa de Estudios Cognitivos, Facultad de Psicología, UBA*, con una computadora IBM-compatible equipado con procesador Pentium II, monitor VGA de 15'' con resolución de pantalla 800 x 600. Los adultos mayores fueron testeados en el *Programa de Estudios de la Memoria*, llevado a cabo en la *División de Neuroepidemiología, Epidemiología y Prevención, Gerencia de Atención a la Salud*, ubicado en una sede administrativa del *Instituto Nacional de Servicios Sociales a Jubilados y Pensionados*. Las tareas de memoria de trabajo se implementaron en un ordenador IBM-compatible, con procesador 386, monitor de 14'', y resolución de pantalla de 640 X 480 de resolución. La resolución de la pantalla no alteró ni la forma ni el tamaño de los polígonos irregulares.

Procedimiento

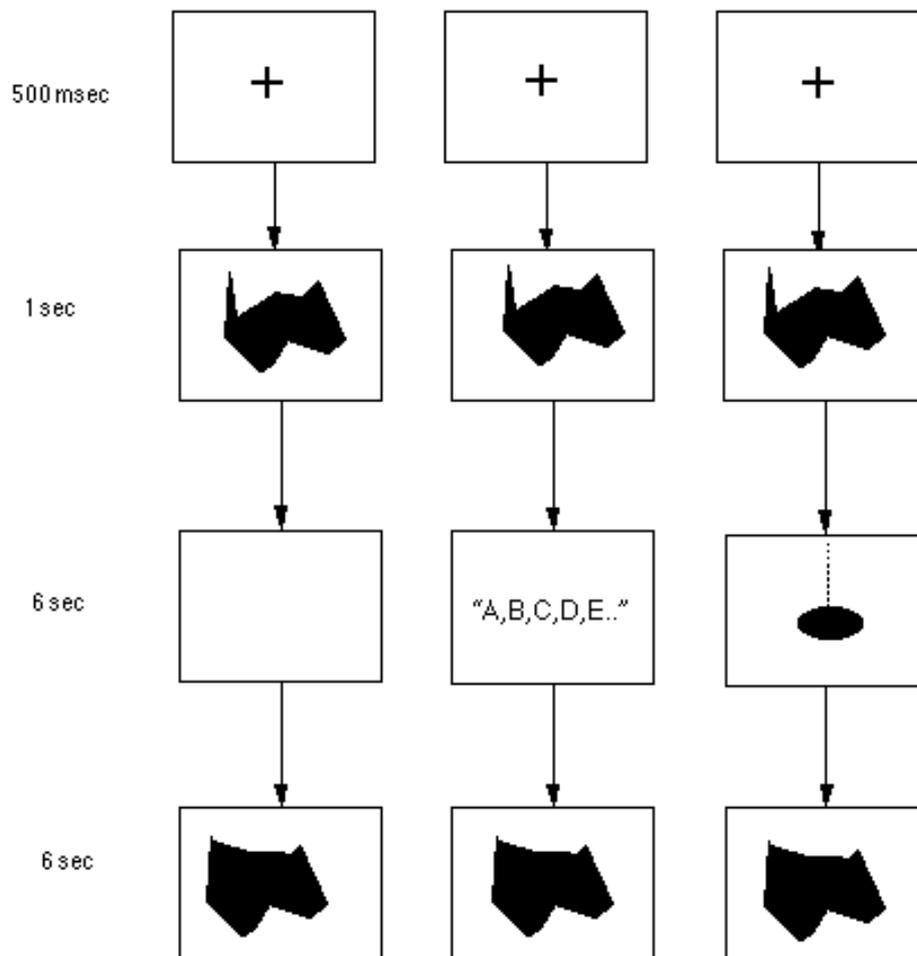
Los adultos mayores completaron primero una evaluación neuropsicológica, en una o dos sesiones individuales de una hora de duración (aprox.). En otra sesión individual de aproximadamente 45 minutos, tanto los adultos mayores como los jóvenes completaron las tareas de memoria de trabajo viso-espacial, y los jóvenes, el test de *Vocabulario*.

En la tarea experimental, por cada condición (Sin Interferencia, Interferencia Verbal, Interferencia Viso-Espacial), los sujetos completaron 34 ensayos, 4 de práctica con retroalimentación sobre el desempeño al principio, y luego 30 de prueba. El orden de las condiciones fue contrabalanceado para ambos grupos. Cada sujeto comenzaba con las instrucciones para realizar la tarea de memoria sin interferencia. Luego de cuatro ensayos de práctica (o el número necesario para alcanzar dos ensayos correctos, si no lo lograba en los primeros cuatro ensayos), se daban las instrucciones para la condición experimental que le correspondiera al sujeto. Luego, cada condición experimental comenzaba con cuatro ensayos (o los necesarios para alcanzar dos correctos), y terminaba al cabo de 30 ensayos de prueba.

Cada ensayo comenzaba con una señal de alerta ("+") de 500 mseg. de duración, seguida por el estímulo visual, presentado en el centro de la pantalla durante 1 segundo. En el intervalo de retención, que duraba 6 segundos, se presentaba la pantalla en blanco para las condiciones Sin Interferencia e Interferencia Verbal. En ésta última el sujeto debía decir el abecedario, si no lo hacía el experimentador daba la clave "A..." para que continuara. En la condición de Interferencia Viso-Espacial, aparecía un cuadrado, un triángulo o un círculo de menor tamaño que la figura objetivo, moviéndose por la pantalla. Luego de los 6 segundos de interferencia, aparecía una figura que el participante debía comparar con la primera y decidir si era igual o no (ver Figura 1). En la mitad de los ensayos los polígonos eran iguales,

y en la otra mitad eran diferentes. Los participantes contestaban apretando dos letras del teclado (F y J), señalizadas con color. Luego de cada respuesta, nuevamente aparecía la señal de alerta durante 500 msec., y comenzaba el ensayo siguiente.

Figura 1. Ejemplos de ensayo en la Tarea de Memoria Viso-Espacial: Sin Interferencia (Derecha), Con Interferencia Verbal (Centro), y con Interferencia Viso-Espacial (Izquierda).



Diseño

El Tipo de Interferencia (Sin Interferencia, Interferencia Verbal, Interferencia Viso-Espacial) fue manipulada intra-sujetos; el Grupo Etáreo (Joven, Mayor de 65 años) es un factor inter-sujetos. El orden de las condiciones fue contrabalanceado y asignado al azar.

3. Resultados

La Tabla 1 muestra los siguientes estadísticos descriptivos para cada grupo etáreo: años de educación formal, puntaje escala en el test de *Vocabulario*, y precisión en cada condición de la tarea de memoria de trabajo viso-espacial.

Variable Nps / Edad	Adultos jóvenes (n = 30)	Adultos Mayores (n = 30)
Años de Educ. Formal	13.10 (0.55)	11.30 (3.20)
Vocabulario WAIS-R	13.07 (1.17)	15.00 (1.29)
MTVE Sin Interf	0.87 (0.05)	0.91 (0.05)
MTVE Interf Verbal	0.86 (0.08)	0.84 (0.10)
MTVE Interf Vis-Esp	0.76 (0.09)	0.79 (0.09)

Tabla 1. Medias (s.d.) en Años de Educación Formal, Vocabulario del WAIS-R (Puntaje Escala), y Proporción de Respuestas Correctas en la Tarea de Memoria de Trabajo Viso-Espacial.

En primer lugar, al comparar ambos grupos en las variables relativas al nivel intelectual, se observa una diferencia significativa en los años de educación formal, a favor de los jóvenes ($t_{58} = 3.04$, $p < 0.01$). Sin embargo, en el test de Vocabulario, los adultos mayores obtuvieron significativamente mejor rendimiento ($t_{58} = -6.08$, $p < 0.01$).

Respecto de las tareas de memoria de trabajo viso-espacial, se llevó a cabo un ANOVA 2 X 3 con un factor inter-sujetos (Grupo de Edad) y un factor intra-sujetos (Tipo de Interferencia). El factor de Edad no tuvo un efecto significativo ($F(1,58) = 1.77$; ns). El efecto del Tipo de Interferencia fue significativo ($F(2,116) = 38.08$; $p < 0.001$), así como la interacción entre la Edad X el Tipo de Interferencia ($F(2,116) = 3.45$; $p < 0.05$). Se analizó la interacción con el estadístico Newman-Keuls. Para los adultos jóvenes, la diferencia entre la condición sin interferencia y la de interferencia verbal no fue significativa, en tanto en la de interferencia viso-espacial el rendimiento fue significativamente peor que en las dos restantes ($p < 0.01$). En contraste, para los mayores de 65 años, el rendimiento en la condición sin interferencia fue significativamente mejor que con la interferencia verbal ($p < 0.01$). El recuerdo del polígono con la interferencia viso-espacial resultó significativamente peor que sin interferencia ($p < 0.01$), y que con interferencia verbal ($p < 0.05$).

4. Discusión

Se ha comparado el rendimiento de adultos jóvenes y mayores de 65 años en las tareas de reconocimiento del polígono con distintas interferencias, equiparando el nivel intelectual general y el nivel de rendimiento inicial en la retención del polígono. Los resultados mostraron una interacción entre el tipo de interferencia y el grupo etáreo. Para los más jóvenes, al igual que en estudios anteriores (Burin et al., 2004), la retención del polígono sólo se vio afectada por interferencias viso-espaciales. Por el contrario, para los mayores de 65 años (edad media del grupo = 72 años) ambas interferencias, verbal y viso-espacial, llevaron a peor recuerdo de la figura. Este patrón de resultados proporciona evidencia favorable a la hipótesis de que el ejecutivo central de la memoria de trabajo se ve afectado por el envejecimiento normal. El hecho de que se observó una gradación del efecto de las interferencias para los mayores (relativo a la condición sin interferencia, el rendimiento fue peor con la interferencia verbal, y aún peor con la interferencia viso-espacial) apoyaría la idea de que en la condición de interferencia viso-espacial se combinaron dos fuentes de dificultad para este grupo. En adultos jóvenes, la tarea reflejaría los mecanismos de retención del polígono, mientras que para los mayores reflejaría estos mecanismos, más los requerimientos de cambio atencional en la doble tarea, a cargo del ejecutivo central.

Los adultos mayores tuvieron mejores resultados que los jóvenes en la medida de inteligencia cristalizada, por lo tanto los resultados no se deberían al nivel intelectual. Asimismo, se ha controlado el rendimiento en la condición de control, sin interferencia, eliminando aquellos sujetos con más del 20% de errores. Así pues, los resultados no se deberían a diferencias iniciales en el trazo de memoria. Alternativamente, podría argumentarse que la memoria de corto plazo visual de los adultos mayores tiene mayor tasa de decaimiento. Esta hipótesis no explicaría las diferencias en rendimiento en función del tipo de interferencia.

En conclusión, este patrón de resultados apoya, contra la conclusión de Logie y Della Sala (2001), y en la misma línea que otros estudios de doble tarea, la idea de que el ejecutivo central se ve afectado por el envejecimiento normal. Esto contribuye tanto al estudio de los correlatos neurales de la cognición y los mecanismos cognitivos afectados por el envejecimiento, como a la comprensión clínica de las similitudes y diferencias del envejecimiento normal y las patologías asociadas.

Referencias bibliográficas

Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press.

Baddeley, A. D. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 5-28.

Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). Working memory. The multiple-component model. In A. Miyake, & P. Shah (Eds.), *Models of working memory. Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 28-61). New York, NY: Cambridge University Press.

- Baddeley, A.D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Burin, D. I., Duarte, D. A., Prieto, G., & Delgado A. (2004). Memoria de trabajo visoespacial y aptitud de Visualización. *Cognitiva*, 16, 95-113.
- Burin, D. I., Jorge, R. E., Arizaga, R. A. & Paulsen, J. S. (2000). Estimation of premorbid intelligence: The Word Accentuation Test-Buenos Aires version. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 22, 677-685.
- Craik, F.I.M. (1977). Age differences in human memory. In J.E. Birren & K.W. Schaie (Eds.), *Handbook of the psychology of aging*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Hartley, A. A. (1992). Attention. In F. I. M. Craik and T. A. Salthouse (Eds.), *Handbook of ageing and cognition* (pp. 1-49). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Holtzer, R., Stern, Y., & Raitkin, B.C. (2004). Age related differences in executive control of working memory. *Memory & Cognition*, 32, 1333-1345.
- Jonides, J., Marshuetz, C., Smith, E.E., Reuter-Lorenz, P.A., Koeppel, R., & Hartley, A (2000). Changes in inhibitory processing with age revealed by brain activation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 188-196.
- Logie, R. H. (1995). Visuo-spatial working memory. Hove: Lawrence Erlbaum Assocs.
- Logie, R.H., & Della Sala, S. (2001). Theoretical and practical implications of dual-task performance in Alzheimer's disease. *Brain*, 124, 1479-1481.
- Logie, R.H., & Marchetti, C. (1991). Visuo-spatial working memory: Visual, spatial or central executive? En R. H. Logie, & M. Denis (eds.), *Mental Images in Human Cognition* (pp.105-115) Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- McDowd, J. M., & Shaw, R. J. (2000). Attention. In F. I. M. Craik & T. A. Salthouse (Eds.), *Handbook of aging and cognition* (2nd ed., pp. 221-292). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Miyake, A., & Shah, P. (1999a). Toward unified theories of working memory. Emerging general consensus, unresolved theoretical issues, and future research directions. In A. Miyake and P. Shah (Eds.), *Models of working memory. Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 442-481). New York, NY: Cambridge University Press.
- Miyake, A., & Shah, P. (Eds.) (1999b). *Models of working memory. Mechanisms of active maintenance and executive control*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contribution to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- Murray, D. J. (1968). Repeated recall in short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 7, 358-365.
- Norman, D.A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behaviour. In R.J. Davidson, G.E. Schwartz, & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation: Advances in research and theory* (Vol. 4, pp. 1-18). New York: Plenum.
- Nyberg, L., Forkstam, C., Petersson, K. M., Cabeza, R., & Ingvar, M. (2002). Brain imaging of human memory systems: Between-systems similarities and within-systems differences. *Cognitive Brain Research*, 13, 281-292
- Paulesu, E., Frith, C.D. & Frackowiak, R.S. (1993). The neural correlates of the verbal component of working memory. *Nature*, 362, 342-345.

- Perfect, T. (1997). Memory aging as frontal lobe dysfunction. En M. A. Conway (Ed.), *Cognitive models of memory* (pp. 315-339). Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Quinn, J. G., & McConnell, J. (1999). Manipulation of interference in the passive visual store. *European Journal of Cognitive Psychology, 11*, 373-389.
- Reuter-Lorenz, P. A., Marshuetz, C., Jonides, J., Smith, E.E., Hartley, A., & Koeppel, (2001). Neurocognitive ageing of storage and executive processes. *European Journal of Cognitive Psychology, 13*, 257-278.
- Salthouse, T. A., Fristoe, N., McGuthry, K. E., & Hambrick, D. Z. (1998). Relation of task switching to speed, age and fluid intelligence. *Psychology and Aging, 13*, 445-461.
- Salthouse, T.A. (2000). Steps toward the explanation of adult age differences in cognition. In T. Perfect & E. Maylor (Eds.), *Theoretical debate in cognitive aging*. London: Oxford University Press.
- Smith, E.E., Jonides, J., Koeppel, R.A., Awh, E., Schumacher, E.H. & Minoshima, S. (1995). Spatial versus object working memory: PET investigations. *Journal of Cognitive Neuroscience, 7*, 337-356.
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1999). Storage and executive processes in the frontal lobes. *Science, 283*, 1657-1661.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. (1989). *Using multivariate statistics*, 2nd. Ed. New York, NY: Harper Collins Publishers.
- Wechsler, D. (1988). *Test de inteligencia para adultos- Revisado. WAIS-R*. Buenos Aires: Paidós.
- West, R. L. (1996). An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological Bulletin, 120*, 272-292.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración del Dr. R. A. Arizaga para la realización del estudio en las dependencias del *Programa de Estudios de la Memoria, Epidemiología y Prevención, Gcia. Atención a la Salud, INSSJP*, y a Laura Davila y Rodolfo Halicki por la programación de tareas experimentales.