

Cambios neuropsicológicos asociados al envejecimiento normal

Francisco Román Lapuente* y Juan Pedro Sánchez Navarro

Universidad de Murcia

Resumen: Esta revisión ofrece un marco neuropsicológico relacionado con las variaciones tanto a nivel neurobiológico como cognitivo durante el envejecimiento. En la actualidad se cuestiona si el envejecimiento en sí conlleva una serie de cambios neuropsicológicos o si estos cambios pueden estar asociados a diferentes condiciones de salud que tienden a presentarse con más frecuencia en las personas mayores. En general, los trabajos revisados sugieren que el envejecimiento se encuentra asociado a cambios en la morfología, fisiología y bioquímica cerebral. Así mismo, aunque en el funcionamiento cognitivo se ha identificado un declive, éste no parece afectar de forma homogénea a todos los procesos, soliendo identificarse principalmente dificultades relacionadas con la memoria y velocidad de procesamiento.

Palabras clave: Neuropsicología; envejecimiento; procesos cognitivos.

Title: Neuropsychological changes associated with normal aging

Abstract: In this review we offer a neuropsychological framework for neurobiologic and cognitive changes in aging. Now a days, the issue is if cognitive changes are due to the aging or, by contrast, are associated to different health conditions appearing more frequently in older persons. In general, the literature reviewed suggests that aging is associated to morphologic, physiologic and biochemical changes. In the same way, although several decline has been identified in normal cognitive functioning, this doesn't affect every processes in the same way, and it is related, primarily, to difficulties on memory and speed of cognitive processing.

Key words: Neuropsychology; aging; cognitive processes.

1. Introducción

Todos los individuos nos encontramos inmersos dentro de un proceso evolutivo que se inicia en la fecundación y termina en la muerte. En ese proceso, el organismo en general y el sistema nervioso en particular, se encuentra sometido a una serie de cambios que, en interacción con el medio, posibilitan el desarrollo y la maduración tanto del propio sistema nervioso como de la conducta. Estos cambios ni son continuos ni cuando tienen lugar producen el mismo efecto sobre el comportamiento. Igualmente, el efecto de las interacciones entre sistema nervioso y conducta no es el mismo dependiendo del momento evolutivo que se considere y de la situación en la que se encuentren los demás sistemas biológicos.

La identificación de las relaciones cerebro-conducta implica, necesariamente, conocer las características específicas que se encuentran asociadas al

cerebro en los distintos momentos de la vida del individuo. Así, por ejemplo, para poder comprender por qué un niño de 2 años no es capaz de llevar a cabo las conductas que realiza otro de 5 años, será necesario conocer las características del desarrollo del sistema nervioso (mielinización, desarrollo y maduración dendrítico y axonal, sinaptogénesis, maduración bioquímica y metabólica, desarrollo y maduración en el tiempo de las diferentes estructuras o regiones corticales que posibilitan determinadas conductas, efectos de la privación ambiental en el desarrollo y maduración del sistema nervioso) que posibilitan la aparición de diferentes conductas en distintas etapas de la vida. De la misma manera, cuando nos referimos al proceso de envejecimiento e intentamos comprender por qué se produce una determinada disminución en una u otra capacidad cognitiva de una persona mayor, se hace necesario averiguar también las características cerebrales que se han modificado así como el efecto de las interacciones entre las condiciones biológicas y ambientales.

En este sentido, Fraser, Singh y Bennett (1996) al referirse a las variables asociadas con el funcionamiento cognitivo durante el envejecimiento indican que factores tales como la alimentación y nivel educativo pueden ejercer un efecto negativo sobre el

* **Dirección para correspondencia:** Unidad de Neuropsicología. Facultad de Psicología. Universidad de Murcia, Campus de Espinardo (Edif. "Luis Vives". Apdo. 4021, 30080 Murcia (España).
E-mail: froman@fcu.um.es

rendimiento cognitivo medido a través de la prueba de screening de Folstein (Mini-Mental State Examination – MMSE-). Un consumo de calorías relativamente alto durante la vida se ha asociado a una disminución en las puntuaciones del MMSE en la vida adulta. En la investigación animal también se ha encontrado esta asociación, mostrando los animales (roedores) que consumen calorías en exceso un peor rendimiento en tareas de aprendizaje y memoria y diferencias a nivel químico y morfológico. Por otra parte, la asociación entre decline cognitivo y nivel educativo, especialmente en personas muy mayores, podría estar relacionado con las capacidades o habilidades aprendidas durante la vida que se incluyan en los tests empleados. Por último, tal y como señalan también Fraser, Singh y Bennett (1996), los efectos de factores ambientales internos, como por ejemplo el nivel de estrógenos, podrían estar relacionado con el funcionamiento cognitivo durante el envejecimiento normal. Así, en su trabajo observan una tendencia de la mujeres mayores a presentar un mejor funcionamiento cognitivo en función del retraso en la aparición de la menopausia, mostrando una cierta superioridad en las que aparece más tarde.

En la actualidad, el conocimiento que poseemos sobre las relaciones cerebro-conducta en el adulto, aunque todavía muy limitado, es mayor que el que poseemos sobre las relaciones cerebro-conducta en el proceso de envejecimiento. Existen al menos tres aspectos que dificultan la identificación de las características neuropsicológicas en la senectud. Estas son: a) dificultad en la diferenciación entre envejecimiento normal y patológico, b) variabilidad interindividual, y c) dificultad en la extrapolación de resultados procedentes de sujetos lesionados adultos.

a) Dificultad en la diferenciación entre envejecimiento normal y patológico

Abordar el estudio del envejecimiento desde un punto de vista neuropsicológico implica, necesariamente, afrontar el reto de conocer qué cambios cerebrales pueden estar causando cambios en el funcionamiento cognitivo. Para ello es necesario, en primer lugar, que seamos capaces de poder establecer los límites entre el envejecimiento normal y distintas condiciones patológicas que afectan al sistema nervioso en etapas avanzadas de la vida.

En este sentido, no es infrecuente confundir lo que son cambios cognitivos específicos asociados a la edad con las primeras manifestaciones de condiciones patológicas. Así, por ejemplo, las alteraciones

relacionadas con la memoria suelen ser los primeros signos y/o síntomas cognitivos más frecuentes tanto en el envejecimiento normal como en las primeras etapas de la enfermedad de Alzheimer.

Gallagher y Rapp (1997), al referirse a este posible efecto de solapamiento entre el proceso de envejecimiento normal y la presencia de un estado neuropatológico asociado a la edad como la enfermedad de Alzheimer, hacen especial mención al hecho de que por las características específicas de la evolución de esta enfermedad (curso lento, progresivo y sin manifestaciones clínicamente significativas al comienzo), es probable que los estudios sobre envejecimiento normal puedan incluir algunos sujetos con enfermedad neurológica no reconocida.

Waite, Broe, Creasey, Grayson, Edelbrock y O'Toole (1996) consideran la posibilidad de que los signos neurológicos podrían ser comórbidos a enfermedades sistémicas, accidentes cerebrovasculares y síndromes neurodegenerativos que se presentan con mayor frecuencia en la vejez y no estar causados por la edad en sí. Así mismo, Zarranz (1997) se pregunta si los límites entre el envejecimiento normal y patológico se diluyen al aceptar como normales en los cerebros viejos la presencia de lesiones usuales pero que en realidad son propias de estados patológicos. Además, este mismo autor, se cuestiona si sería válido tomar como representativos de un envejecimiento normal el caso de los ancianos que a edades muy avanzadas conservan intactas sus facultades mentales y un alto rendimiento profesional. En este sentido, La Rue (1992), tras revisar los trabajos relacionados con los marcadores neurodegenerativos, indica que es posible encontrar en personas mayores alteraciones neuropatológicas a pesar de que éstas presentan un funcionamiento cognitivo normal.

b) Variabilidad interindividual

Las consecuencias del paso del tiempo no son iguales para todas las personas. Si bien parece ser que el rendimiento cognitivo tiende a disminuir durante el envejecimiento normal, existe una amplia variabilidad interindividual, apareciendo como una posible explicación a este hecho la involución de sujetos con enfermedades sistémicas o neurodegenerativas en las muestras empleadas para el estudio de las características neuropsicológicas asociadas al envejecimiento. De igual manera, no todas las funciones cognitivas disminuyen por igual. Así, por ejemplo, el rendimiento en pruebas verbales, como fluencia o denominación, suele empezar a disminuir más tarde que

algunos aspectos de la memoria (Eustache y cols., 1995).

Desde el punto de vista del desarrollo, cuando se compara la variabilidad existente entre las diferencias individuales en las primeras etapas con la variabilidad en la vejez, dicha variabilidad se hace más marcada a medida que avanza la edad (Gallagher y Rapp, 1997). Para estos autores, aunque no existe una explicación precisa sobre las causas que provocan este aumento de variabilidad, consideran la posibilidad de que ésta sea un fenotipo que se expresa solamente en las últimas décadas de la vida. Así mismo, señalan que las diferencias individuales pueden verse incrementadas al final de la vida como consecuencia de la acumulación de diferencias biológicas y de experiencias. En el futuro, será necesario obtener más información a cerca de los factores que subyacen a las diferencias individuales para conocer mejor el proceso de envejecimiento normal.

c) Dificultad en la extrapolación de resultados procedentes de sujetos lesionados adultos.

Por otra parte, el conocimiento de los procesos neuropsicológicos relacionados con el envejecimiento resultan difíciles de conocer a partir de los estudios de lesiones cerebrales focalizadas, ya que muchos de los cambios cerebrales que tienen lugar en el envejecimiento son generalizados o implican a diferentes regiones (La Rue, 1992). Además, es también difícil de separar los efectos acumulativos, por ejemplo de lesiones cerebrales focalizadas en un momento determinado, sobre diferentes condiciones patológicas sistémicas, como la diabetes, hipertensión, alteraciones coronarias o enfermedades pulmonares obstructivas.

Tras lo expuesto, podemos concluir diciendo que, en la actualidad, el conocimiento del efecto del envejecimiento normal es un campo de gran interés, especialmente si tenemos en cuenta que se estima que para el año 2030, por ejemplo, uno de cada tres americanos tendrá más de 55 años y uno de cada cinco más de 65 años. Si el patrón de inmigración y fertilidad se mantiene en la forma actual, las personas mayores de 55 serían el segmento de la población que experimentaría un crecimiento significativo (La Rue, 1992). En este sentido no es extraño que hoy en día esté aumentando el número de investigaciones relacionadas con aspectos específicos del envejecimiento, así como la investigación que surge de la integración de diferentes disciplinas. Como indica La Rue (1992) abordar el envejecimiento conlleva necesariamente el intentar conocer una gran

cantidad variables relacionadas con aspectos tales como la variabilidad interindividual, limitaciones de los diseños de investigación, efecto del envejecimiento sobre las diferentes estructuras biológicas, estilos de vida y alimentación a lo largo del proceso ontogenético, interrelación entre envejecimiento y alteraciones clínicas, componente social (Ej. nivel económico y trabajo, grado de satisfacción marital y familiar), personalidad, estrés acumulado, etc.

2. Cambios neurobiológicos asociados al envejecimiento

A continuación, procederemos a presentar los cambios neurobiológicos que se han asociado con el proceso de envejecimiento, con independencia de que estos puedan estar causados directa o indirectamente por dicho proceso.

Cambios o signos neurológicos relacionados con el envejecimiento se han identificado a diferentes niveles del sistema nervioso, desde un nivel neuroanatómico macroscópico, hasta sutiles cambios a nivel molecular y electrofisiológico, siendo las modificaciones o cambios en estos niveles los que en última instancia se han considerado tradicionalmente como responsables del consiguiente decline cognitivo.

2.1. Cambios morfológicos

A nivel morfológico se han identificado cambios en el peso y volumen cerebral. Mientras que el volumen de los hemisferios cerebrales entre los 20 y 50 años no experimenta cambios, a partir de la década de los 60 se produce un decremento del 2% para ambos sexos, apareciendo atrofia cerebral en el 40% de los ancianos (Junqué y Jurado, 1994). Además, se produce una pérdida de mielina y una disminución en el volumen de la sustancia gris, lo que conlleva un ensanchamiento de los surcos. Este proceso atrófico no se produce por igual en todas las regiones cerebrales, siendo las convexidades de los lóbulos frontales, región parasagital y lóbulos temporales y parietales los más afectados, y los lóbulos occipitales y la base del cerebro los que menos. Así mismo, se ha sugerido que la pérdida de volumen cerebral relacionada con el envejecimiento afecta de forma diferencial a hombres y mujeres, mostrando los hombres una mayor disminución que las mujeres (Murphy y cols.1996).

En relación a los lóbulos frontales, los cuales se encuentran relacionadas con funciones cognitivas

complejas tales como razonamiento, juicio, autocontrol, formación de conceptos, generalización, planificación, organización, etc., Levine, Stuss y Millberg (1997) usando el paradigma de aprendizaje asociativo condicional para comprobar si el declive cognitivo asociado con la edad estaba relacionado con la disfunción frontal, observaron que en esta tarea los sujetos mayores rendían de forma parecida a los pacientes con lesiones corticales prefrontales dorso-laterales en medidas de inhibición defectuosa, indicando que el declive de los procesos inhibitorios relacionados con la edad se debe a una disfunción de la corteza prefrontal.

Respecto a la distribución topográfica de la pérdida neuronal en el lóbulo frontal, Junqué y Jurado (1994) señalan que el área 10 de Brodman (polo frontal) y el área 6 (corteza premotora) son las regiones que presentan una mayor pérdida neuronal, pudiendo quedar reducida a un 60% en la década de los 90 años. Así mismo, la corteza frontal orbital queda reducida a un 80% hacia los 80 años.

Los ventrículos laterales tienden a aumentar con la edad, indicando la dilatación de las astas frontales la atrofia del caudado y putamen, y la dilatación del cuerpo, la disminución de sustancia blanca periventricular. Igualmente, también aparece dilatación del tercer ventrículo, indicativa de pérdida de estructuras hipocámpicas. Damulin e Iakhno (1993) observaron que los ancianos y demenciados seniles con insuficiencia cerebrovascular presentan mayor dilatación de los ventrículos cerebrales que los sujetos normales sin esta patología. Así mismo, el tamaño de los ventrículos no parece aumentar significativamente hasta aproximadamente los 70 años.

La región límbica temporal (área 38) y las áreas de asociación de la corteza somestésica (área 40) y visual (área 18) también presentan una pérdida neuronal, pero en menor grado.

También a nivel subcortical aparecen cambios durante el envejecimiento. Así, amígdala, hipocampo, ganglios basales, locus coeruleus y sustancia negra presentan una reducción en el número de neuronas asociada a la edad (La Rue, 1992).

Por otra parte, los vasos sanguíneos pierden flexibilidad, aunque, no obstante, la patología vascular tiende a presentarse más tarde en el cerebro que en los vasos sistémicos tales como las arterias coronarias.

Otro cambio morfológico que se ha asociado al envejecimiento se refiere a la deposición de β -amiloide (un material rico en glicoproteína) que se observa raramente en los tejidos de los adultos jóvenes. Tomonago (1981), en un estudio postmor-

tem de más de 100 pacientes geriátricos observó que el porcentaje de sujetos con un aumento de amiloide vascular cerebral oscila entre un 8% a los 70 años y un 58% a los 90 años. Además, Morris y cols. (1996) consideran que la deposición de β -amiloide es un evento patogénico inicial en el desarrollo de la enfermedad de Alzheimer.

Las placas neuríticas, los ovillos neurofibrilares y la degeneración granulovacuolar, son otras tres manifestaciones morfológicas que se han asociado con el proceso de envejecimiento (Junqué y Jurado, 1994 y La Rue, 1992). Las *placas neuríticas*, que aparecen como estructuras intercelulares, aumentan con la edad a partir de los 50 años, considerándose su presencia como parte del envejecimiento normal. Sin embargo, Morris y cols. (1996), en un estudio longitudinal llevado a cabo con 21 ancianos sanos, sugieren que estas placas pueden no estar formando parte del envejecimiento normal, sino que estarían relacionadas con una enfermedad de Alzheimer presintomática o sintomática prematura no reconocida. Los *ovillos neurofibrilares*, estructuras intraneuronales filamentosas que desplazan el núcleo celular, aunque se presentan en mayor concentración y distribución en la enfermedad de Alzheimer que en el envejecimiento normal, parecen estar presentes en todos los cerebros ancianos de 90 o más años, mostrando sus mayores niveles de concentración en el hipocampo y tronco encefálico. La *degeneración granulovacuolar*, consistente en una acumulación de vesículas con un cuerpo central oscuro dentro del citoplasma de las neuronas, se encuentra restringida a ciertas regiones hipocámpicas, comenzando su aparición después de los 60 años y estando presente en el 75% de los cerebros con más de 80 años.

2.2. Cambios moleculares

A nivel molecular, se ha sugerido que el envejecimiento podría estar relacionado con cambios asociados a las moléculas de ADN y ARN. Kandel y Schwartz (1985) señalan que al menos se han propuesto tres teorías explicativas que relacionan el envejecimiento con los cambios en las moléculas de ADN y ARN.

Una primera teoría considera que las mutaciones y anomalías cromosómicas que puedan existir en el organismo se van acumulando con el paso del tiempo, de tal manera que determinada información se va haciendo cada vez más redundante hasta que, llegado un momento en el cual esta redundancia es exhaustiva, tiene lugar la aparición de la senectud. Una segunda teoría propone que, de la misma mane-

ra que existen genes para programar las diferentes etapas del desarrollo embrionario, existen otros relacionados con la programación del envejecimiento, de tal modo que los cambios que acompañan al envejecimiento serían el resultado de la expresión normal de un programa genético que se inicia en la fecundación y termina en la muerte. En este sentido, cabría considerar la posibilidad de la existencia de un reloj biológico que determina la duración de la vida celular o la muerte celular programada (apoptosis). Por último, una tercera teoría considera que no existe un programa genético relacionado con los cambios que acompañan al envejecimiento, sino que a medida que avanza la edad aumentan los errores en la duplicación del ADN como consecuencia de alteraciones aleatorias o de otro tipo (ej. radiaciones, desgaste, roturas, etc.) de forma que cuando se acumula un número significativo de errores (formación anormal de ARNm y moléculas proteínicas) se altera el funcionamiento normal y da lugar al envejecimiento.

Otros componentes que se han relacionado con el envejecimiento son los neurotransmisores, habiéndose identificado cambios o alteraciones tanto en la síntesis y degradación de los mismos como en sus receptores. En este sentido, parece existir un patrón general de cambio a nivel de neurotransmisores consistente en una reducción de los mismos, al menos en los sistemas catecolaminérgico (dopamina y noradrenalina) y colinérgico (acetilcolina). No obstante, La Rue (1992) considera que no sólo la reducción en los neurotransmisores en sí estaría implicada en el proceso del envejecimiento, sino que también son importantes las descompensaciones e interacciones entre los diferentes sistemas de neurotransmisión.

La disminución de la acetilcolina a nivel de corteza cerebral e hipocampo (McEntee y Crook, 1990), se ha relacionado tanto con los cambios de memoria que acompañan al envejecimiento normal como con las alteraciones de memoria en los procesos demenciales.

Por otra parte, la disminución de dopamina y noradrenalina se ha relacionado con procesos depresivos y cambios cognitivos que los acompañan, tales como dificultades de tipo atencional, de memoria y de aprendizaje, es decir, con aquellas tareas que requieren una participación activa por parte del sujeto. Específicamente se ha asociado el déficit de noradrenalina con funciones asociadas al lóbulo frontal, tales como la distractibilidad por estímulos irrelevantes.

2.3. Cambios neurofisiológicos

A nivel neurofisiológico, los indicadores más utilizados están relacionados con el metabolismo cerebral y la electrofisiología cerebral.

Las técnicas más utilizadas para obtener información sobre el metabolismo cerebral han sido el flujo sanguíneo cerebral regional y la tomografía por emisión de positrones. Mediante las medidas de Flujo sanguíneo cerebral regional es posible identificar el grado de activación de determinadas regiones o zonas cerebrales, ya que existe una estrecha relación entre el incremento en el aporte sanguíneo a una zona cerebral y la activación neuronal en esa zona. Respecto al flujo sanguíneo cerebral general, parece existir una cierta disminución a medida que va avanzando la edad. Así mismo, las personas de edad avanzada sin factores de riesgo cerebrovascular (hipertensión, problemas cardíacos, diabetes) presentan un flujo cerebral mayor que quienes tienen uno o varios factores de riesgo, y estos tienen mayor flujo sanguíneo que quienes muestran una historia de ataques isquémicos transitorios (La Rue, 1992). La tomografía por emisión de positrones también permite obtener medidas sobre el metabolismo cerebral a partir del empleo de glucosa marcada radiactivamente. Puesto que la glucosa proporciona la fuente energética primaria de la mayoría de los procesos metabólicos cerebrales, en aquellas regiones que presenten mayor actividad (y que por tanto necesitan un mayor aporte de glucosa) la glucosa marcada radiactivamente se acumulará más rápidamente. En general, los resultados de los trabajos que emplean esta técnica consideran que el patrón metabólico suele permanecer estable en el envejecimiento normal y que si ocurren cambios son de pequeña magnitud (La Rue, 1992) o se encuentran localizados a nivel del lóbulo frontal (Junqué y Jurado, 1994), aspecto éste último que se ha interpretado desde el punto de vista de las funciones que se asocian con dicha región (control de la conducta y atención, planificación, estado emocional, etc.).

Los cambios electroencefalográficos, al igual que las medidas de flujo cerebral y tomografía por emisión de positrones, tampoco parecen indicar cambios importantes asociados al envejecimiento en sujetos con buena salud. No obstante, se ha podido constatar un escaso enlentecimiento electroencefalográfico de los ritmos lentos (Theta y Delta) y un aumento de los ritmos rápidos (Beta), patrón que ha sido descrito como desincronización electroencefalográfica. A este respecto, Elwan y cols (1996) observan una relación entre el enlentecimiento elec-

troencefalográfico en la población de personas mayores y la pérdida de escolarización durante la infancia.

Así mismo, se ha considerado la posibilidad de que durante el envejecimiento pueda aparecer una reducción en el grado de asimetría ante diferentes tareas, aspecto este que ha sido interpretado en el sentido de que el cerebro más viejo puede responder de un modo más homogéneo o global que el cerebro más joven (La Rue, 1992).

Mediante el empleo de potenciales evocados, relacionados con la discriminación sensorial, La Rue (1992) señala que los resultados de estos trabajos sugieren dos aspectos relacionados con el envejecimiento. Uno, que la velocidad del impulso nervioso disminuye con el envejecimiento, y otro, que las personas mayores tienden a aumentar sus respuestas corticales en relación al aumento de la intensidad de los estímulos. Este último aspecto se ha interpretado como una reducción en la capacidad de las personas mayores para inhibir las respuestas a la estimulación externa. Más recientemente, Kuggler y cols. (1996) han sugerido la posibilidad de que pueda existir un efecto relacionado con las diferencias sexuales, indicando que las mujeres presentan un mayor y prematuro aumento de la latencia de la respuesta cortical a la estimulación (onda P300).

En general, podemos considerar que el envejecimiento normal conlleva una serie de cambios a distintos niveles del sistema nervioso, cambios que suelen empezar a aparecer a partir de los 60 o 70 años, aumentando los mismos a partir de los 75 u 80 años. En este sentido, como sugieren Junqué y Jurado (1994) sería previsible que a partir de los 100 ó 110 años comenzara un proceso involutivo semejante a la demencia tipo Alzheimer.

2.4. Atención

En la actualidad no existe una única definición de atención, y cuando nos referimos a ella no la consideramos como un proceso unitario, sino como algo constituido por diferentes procesos. Así, por ejemplo, utilizamos términos tales como atención sostenida o concentración, búsqueda o rapidez perceptiva, atención dividida, atención selectiva, flexibilidad atencional o vigilancia (Stankov, 1988). Por otra parte, van Zomeren y Brouwer (1992) al referirse a la evaluación de la atención señalan que no existen tests específicos de atención, como existen para otras funciones cognitivas, sino que las pruebas que empleamos para identificar la atención o procesos atencionales son pruebas que evalúan diferentes

aspectos de la conducta humana haciendo especial mención a sus componentes atencionales. Estos mismos autores (van Zomeren y Brouwer, 1994) indican que los aspectos básicos de la atención son la intensidad (alerta y atención sostenida o vigilancia) y la selectividad (atención focalizada y atención dividida). En este sentido, una tarea atencional vendría definida en función del nivel o grado de dificultad experimentado por el sujeto, tanto en la intensidad de la actividad mental requerida como en la capacidad de selección de los estímulos. Así, a partir de las dificultades experimentadas por un sujeto en una o varias tareas inferimos sus limitaciones en atención.

La atención en general, o más específicamente la capacidad de flexibilizar la interacción entre la concentración y la distractibilidad, es el requisito básico para que pueda tenerse una actividad mental superior y una adecuada adaptación al ambiente.

La intensidad o vigilancia, hace referencia a la capacidad de identificar los estímulos que inciden sobre el organismo durante un periodo prolongado de tiempo. Se encuentra asociada con el sistema activador reticular del tronco del encéfalo, aunque en fechas recientes se incluye también a la corteza prefrontal. Los efectos de este sistema sobre corteza se encuentran mediatizados por el tálamo y sus alteraciones llevarían a la presencia de un estado confusional, el cual puede estar producido por diferentes causas tales como encefalopatías tóxico-metabólicas, lesiones cerebrales multifocales, traumatismo craneoencefálico, ataques epilépticos, tumores y lesiones cerebrales focales. El diagnóstico diferencial es importante, debiéndose diferenciar de la amnesia de Korsakoff, afasia de Wernicke, depresión y demencia. Por otra parte existe una gran variabilidad individual en la susceptibilidad a los estados confusionales.

Durante el envejecimiento, y en pacientes con daño cerebral preexistente, se presenta una mayor vulnerabilidad a desarrollar estados confusionales como consecuencia de una mayor susceptibilidad a pequeñas alteraciones metabólicas. En este sentido, Mesulam (1985) señala que si bien es cierto que los estados confusionales de origen tóxico-metabólico pueden ser rápidamente eliminados en individuos jóvenes, tras controlar la causa que los provoca, en personas de edad avanzada este proceso puede llevar días o meses. Además, algunos de estos pacientes nunca consiguen alcanzar el estado mental preexistente a pesar de existir una mejoría prolongada en el proceso metabólico que provocó inicialmente el estado confusional. Este último aspecto se ha inten-

tado explicar a partir de la consideración de que o bien existe una mayor susceptibilidad en la vejez a un daño neuronal irreversible o bien los individuos que presentan una importante vulnerabilidad y difícil recuperación tendrían un componente previo de enfermedad cerebral.

La alteración en la vigilancia también se ha relacionado con el envejecimiento normal ante situaciones que requieren un aumento de la capacidad atencional como consecuencia de encontrarse el sujeto sometido a un importante número de eventos o por incertidumbre respecto a las condiciones estímulares (Mouloua y Parasuraman, 1995).

El componente selectivo de la atención (atención focalizada, atención dividida) estaría relacionado con la regulación de la dirección y objetivo atencional en alguno de los espacios conductualmente relevantes (ej. extrapersonal, memorístico, lingüístico, visceral, etc.). Este componente se ha vinculado anatómicamente con la corteza cerebral, implicando las áreas sensoriales primarias, áreas de asociación unimodal (áreas secundarias) y áreas de asociación polimodal (áreas terciarias), existiendo una participación importante del lóbulo frontal.

En relación al envejecimiento, los resultados referidos al componente selectivo de la atención son ambiguos. Para Madden (1990), Folk y Hoyer (1992), Hartley, Kieley y McKenzie (1992) y Madden, Connelly y Pierce (1994) no existen variaciones significativas asociadas a la edad en la focalización de la atención. No obstante, estos últimos autores señalan que cuando se le requiere al sujeto procesar simultáneamente otra información es cuando presenta dificultades en la atención selectiva. Así mismo, Barr y Giambra (1990) en un estudio en el que los sujetos tenían que repetir palabras presentadas por el oído izquierdo, con y sin palabras distractoras presentadas por el oído derecho, observaron que el número de errores para las palabras presentadas por el oído izquierdo aumentaba con la edad, sugiriendo que en los ancianos tiene lugar la aparición de un déficit en el componente de la atención selectiva que no puede ser explicado por la incertidumbre de la localización del estímulo. Trabajos en los que se han empleado tareas distractoras (Mazaux y cols, 1995; McDowd y Fillion, 1992; McDowd y Oseas-Kreger, 1991; Tipper, 1991) sugieren que en el envejecimiento se produce una disminución en la capacidad para inhibir estímulos irrelevantes dentro de un contexto concreto. Además, Mazaux y cols (1995) observaron que la disminución de la atención se encontraba asociado en mayor grado con el sexo femenino y con niveles educativos bajos. La focalización pro-

longada de la atención también parece encontrarse afectada por el proceso de envejecimiento (West, 1996), así como la focalización espacial (Greenwood, Parasuraman y Alexander, 1997).

A nivel electrofisiológico, empleando potenciales evocados durante la ejecución de una tarea de atención selectiva dicótica (Woods 1992) se observa un efecto hemisférico diferencial en la detección automática del cambio estimular, mostrando una ventaja el hemisferio izquierdo sobre el derecho. West y Bell (1997), utilizando el test de Stroop y la actividad electroencefalográfica, observaron una asociación diferencial entre la magnitud de la interferencia Stroop y la activación electroencefalográfica entre jóvenes y ancianos a nivel de las regiones frontal medial y lateral y parietal. Estos autores sugieren que sus resultados apoyan la hipótesis respecto a que el sistema anterior de la atención (formado por la corteza prefrontal medial y corteza cingulada anterior y relacionado con la detección de sucesos y eventos en el procesamiento semántico del lenguaje) se encuentra más afectado por el envejecimiento que el sistema de atención posterior (implicado en la atención espacial y compuesto por la corteza parietal posterior, áreas talámicas asociadas al pulvinar, núcleos reticulares y partes del colículo superior). Así mismo, Faust y Balota (1997) encuentran también diferencias entre el sistema de atención anterior y posterior asociado al envejecimiento, aspecto este que estaría relacionado con la mayor reducción neuronal de la región prefrontal en comparación con las regiones parietales y occipitales (Haug y Eggers, 1991).

En relación a la atención dividida, parece existir un acuerdo generalizado en cuanto a que durante el envejecimiento se produce una disminución del rendimiento en tareas duales (Madden, 1990; Salt-house, Fristoe, Lineweaver, y Coon, 1995). No obstante, en cuanto a la causa subyacente, Madden (1990) señala que las dificultades podrían estar asociadas más con la complejidad de la tarea que con la división de la atención.

2.5. Velocidad de procesamiento

Una característica fundamental del proceso de envejecimiento es un enlentecimiento más o menos generalizado a nivel sensorial, motor y cognitivo (Fisher y Glaser, 1996; Fisk y Fisher, 1994; Salthouse, 1996; Sliwinski, 1997; Swearer y Kane, 1996; Wingfield, 1996), así como a nivel electroencefalográfico, como se ha constatado en los estudios de potenciales evocados (Bashore, Osman y Heffley,

1989; O'Donnell, Friedman, Swearer y Drachman, 1992). Aunque se ha sugerido que en la base de este enlentecimiento estaría la presencia de alteraciones atencionales o dificultades para inhibir estímulos distractores, Salthouse (1996) en su revisión indica que esta hipótesis ha recibido poco apoyo empírico. En este sentido, una hipótesis más plausible sugiere que el enlentecimiento podría estar asociado a la dificultad o exigencias de las tareas (Swearer y Kane, 1996).

Una cuestión que se ha planteado es si este enlentecimiento es causa o consecuencia de las diferencias observadas en otras funciones cognitivas durante el envejecimiento. En este sentido, Salthouse (1996) señala que la velocidad de procesamiento podría estar afectando de forma significativa, en mayor o menor grado, a los restantes procesos cognitivos como consecuencia de una codificación menos efectiva de los estímulos. Así, cuanto mayor sea la velocidad de procesamiento, mayor será la capacidad de procesar información (Salthouse, 1994a). Esto lleva a que, durante el envejecimiento, la ejecución de las últimas operaciones de una tarea se encuentren limitadas como consecuencia de que gran parte del tiempo disponible se ha empleado para la ejecución de las primeras operaciones, quedando las últimas degradadas o empobrecidas (Salthouse, 1996).

Por otra parte, una cuestión todavía no aclarada se refiere a si este enlentecimiento afecta de forma general a todas las funciones o selectivamente a unas más que a otras. En la actualidad hay un modelo que pretende dar cuenta del enlentecimiento observado en la vejez, el *modelo de enlentecimiento general*. Este postula que todos los procesos cognitivos presentan el mismo grado de enlentecimiento durante el envejecimiento. Sin embargo, se han propuesto variaciones de este modelo, señalando una de ellas que, entre tareas y dominios, el tiempo de respuesta de los ancianos es una función del tiempo de respuesta de los jóvenes (Swearer y Kane, 1996).

A su vez, una extensión del modelo generalizado ha dado lugar a un *modelo de dominio específico*, el cual propone que la función de enlentecimiento es la misma para todas las tareas dependientes de ese dominio (por ejemplo, dominio verbal), variando la función de un dominio a otro. Por último, Fisher en 1993 planteó un tercer modelo denominado *modelo de proceso específico* por el que diferentes procesos están controlados por funciones de enlentecimiento diferentes que pueden diferir o no entre dominios, prediciendo que la función de enlentecimiento para un proceso específico no varía entre tareas y domi-

nios, pero sí que varía de un proceso cognitivo a otro (Fisk y Fisher, 1994).

Aunque se necesita más investigación al respecto, se pueden identificar varios mecanismos neuropsicológicos para dar cuenta del enlentecimiento asociado al envejecimiento, como una disminución de la velocidad de transmisión entre vías (por ejemplo, pérdida de mielina, o una pérdida de células funcionales que establecen los enlaces en los circuitos neurales), o una demora en la propagación del impulso nervioso en el momento de establecer conexiones entre distintas unidades neurales (Salthouse, 1996). Por último, Junqué y Jurado (1994) señalan los cambios degenerativos que tienen lugar en la sustancia blanca (leucoaraiosis) como los responsables del enlentecimiento en la velocidad de procesamiento cognitivo asociado al envejecimiento.

2.6. Memoria

La queja más frecuente que suelen realizar los ancianos en relación a su funcionamiento cognitivo está relacionada con su memoria en la vida diaria. Normalmente, aunque existe una amplia variabilidad entre los sujetos, las quejas van referidas a situaciones tales como olvidar nombres de objetos familiares, dificultad para encontrar la palabra que se desea utilizar, no reconocer a personas que acaban de saludar por la calle, marcar un número de teléfono y no saber a quién se estaba llamando, abrir el frigorífico para coger algo y no saber qué se quería coger, etc. A este conjunto de quejas, consideradas como una entidad, se le ha denominado "afectación de la memoria asociada a la edad". La identificación de esta afectación tendría lugar cuando el sujeto tuviera más de 50 años, presentase quejas subjetivas de pérdida de memoria en actividades de la vida diaria, obtuviese un rendimiento en los tests de memoria por debajo de una desviación típica de su grupo normativo, mantuviese preservadas las funciones intelectuales generales y que no presentara demencia. (Crook y cols., 1986). Snowdon y Lane (1994) indican que la prevalencia de esta afectación se encuentra aproximadamente en un 48% de los sujetos con quejas de memoria para las actividades de la vida diaria.

Diferentes trabajos que han empleado un diseño longitudinal han puesto de manifiesto que, durante el envejecimiento, tiene lugar algún tipo de alteración relacionado con la memoria (Fontaine y cols, 1991; Petersen y cols., 1992; Taylor, Miller y Tinklenberg, 1992), habiéndose asociado con diferentes causas, tales como dificultades en la recuperación de

la información almacenada y/o codificación (Fontaine y cols, 1991), familiaridad con el material presentado y depresión (Hupper, 1991) y velocidad de procesamiento (Salthouse, 1994a, 1994b). Así mismo, Huppert (1991) indica que factores adversos como por ejemplo condiciones deficientes de salud, bajo nivel educativo o bajo CI podrían estar produciendo un efecto negativo en el rendimiento en las pruebas de memoria.

Dado que existen diferentes tipos de clasificaciones para describir los diferentes aspectos de la memoria, para nuestra exposición utilizaremos la clasificación tradicional que distingue entre memoria a corto plazo y memoria a largo plazo.

2.6.1. Cambios en la Memoria a Corto Plazo (MCP)

La MCP es la encargada de mantener pequeñas cantidades de información durante varios segundos o minutos. Cuando esta información se mantiene simplemente de forma pasiva por parte del individuo, estamos haciendo referencia al componente de la MCP denominado memoria primaria o inmediata (ej. leer un número de teléfono y marcarlo seguidamente), mientras que cuando la información es reorganizada o integrada de forma activa con más información nos aparece la memoria de trabajo (ej. mantener la información que nos está transmitiendo nuestro interlocutor con el fin de poderla organizar y emitir la respuesta adecuada). La memoria primaria declina levemente o no sufre ningún deterioro durante el envejecimiento (Craik, Anderson, Kerr y Li, 1995).

Respecto a la memoria de trabajo, Baddeley y Hitch en 1974 propusieron un modelo formado por tres sistemas: un sistema ejecutivo central, un sistema verbal o bucle fonológico y un sistema visoespacial. El sistema ejecutivo central hace referencia a un controlador atencional que opera como estación de relevo y de integración de la información procedente de los otros dos subsistemas, considerándose que forma parte de las funciones asociadas al lóbulo frontal, por lo que es sensible al daño en esta región (Baddeley, 1995). Durante el envejecimiento parece ser que tiene lugar un deterioro del sistema ejecutivo central (Craik y cols., 1995; Daigneault y Braun, 1993; Gregoire y Van der Linden, 1997). Por su parte, Fisk y Warr (1996) observaron déficits en la memoria de trabajo, velocidad perceptiva y en el funcionamiento del ejecutivo central de los ancianos, atribuyendo las diferencias de edad en las dificultades de integración de la información a un enlentecimiento en la actividad de la memoria de trabajo. En

este sentido Salthouse (1994b) considera que el enlentecimiento influye principalmente en el tiempo requerido para establecer la codificación de la información. Por otra parte, van Zomeren y Brouwer (1994) indican que existe una relación entre memoria de trabajo y atención, de tal manera que atendemos con nuestra memoria de trabajo.

Por último, hay que indicar que el decline de la memoria de trabajo asociado a la edad ha sido relacionado por Parkin y Walter (1991) y Craik y cols. (1995) con el deterioro de los lóbulos frontales.

2.6.2. Cambios en la Memoria a Largo Plazo (MLP)

La MLP es la encargada de mantener la información almacenada fuera de la consciencia, presuponiendo que es de tipo ilimitada y relativamente permanente. La MLP ha sido estudiada desde muy diversos paradigmas y se han hecho varias distinciones dentro de ella. Nosotros dividiremos la MLP en memoria declarativa o explícita y memoria no declarativa o implícita. Además, aunque la memoria remota y la memoria prospectiva puedan estar incluidas en estos tipos, las presentaremos por separado dado su significado clínico.

2.6.3. Memoria declarativa y no declarativa

La memoria declarativa o explícita está basada en la intencionalidad del aprendizaje y en la recuperación deliberada de esta información, por lo que hace referencia a los esfuerzos deliberados y conscientes de un sujeto por reconocer o recordar un evento previo. Para Squire (1992), formarían parte de la memoria explícita tanto el conocimiento de eventos concretos y hechos autobiográficos vinculados a un contexto espacio-temporal determinado (memoria episódica) como el conocimiento independiente del contexto, considerado como un almacén de conocimiento general sobre el mundo (memoria semántica). La memoria no declarativa se basa en la incidentalidad del aprendizaje y en la recuperación no deliberada por parte del sujeto de la información aprendida. Así, la memoria implícita atiende a que la recuperación de la información se lleve a cabo de un modo no consciente por parte del sujeto. A su vez, la memoria no declarativa estaría formada por un conjunto de sistemas de aprendizaje entre los que se incluyen habilidades y hábitos, efecto priming, condicionamiento clásico y aprendizaje no asociativo.

Durante el envejecimiento parece existir un decline diferencial entre la memoria explícita y la implícita, siendo los déficits en memoria explícita más

importantes que los encontrados en memoria implícita. (Craik y cols., 1995; Huppert, 1991; Java, 1992; Schachter, Cooper y Valdiserri, 1992; Schugens y cols. 1997). No obstante, aunque en el envejecimiento la memoria explícita se encuentre más afectada que la implícita, esta última se encuentra también disminuida en relación a los individuos más jóvenes (Harrington y Haaland, 1992; Jelicic, Craik y Moscovitch, 1996), sugiriendo Hashtroudi, Chrosniak y Schwartz (1991) que durante el envejecimiento el déficit en memoria implícita estaría relacionado con un deterioro en la organización perceptiva.

Atendiendo más específicamente a los subsistemas de la memoria explícita o declarativa (episódica y semántica), se ha observado que durante el envejecimiento se produce un déficit en la memoria episódica, manteniéndose preservada la memoria semántica (Denney y Larsen, 1994; Huppert, 1991; Mantyla, 1993; Spencer y Raz, 1995). No obstante, Spencer y Raz (1995) indican que las diferencias entre memoria episódica y semántica son más pronunciadas cuando las características contextuales son codificadas con independencia del contenido.

2.6.4. Memoria remota.

La memoria remota hace referencia a la capacidad de recordar eventos que sucedieron en un tiempo lejano de la vida del sujeto. Así, los estudios clínicos de memoria remota y envejecimiento han puesto de manifiesto que los ancianos recuerdan mejor los sucesos lejanos que los más recientes (Sagar, 1990). En este sentido Craik y cols. (1995) indican que tales quejas deber ser evaluadas con precaución debido a que: a) frecuentemente, los eventos remotos que se recuerdan suelen estar cargados de una mayor valencia emocional que los sucesos cotidianos, b) estos sucesos remotos no son seleccionados por quien está realizando la evaluación sino por el propio sujeto y c) estos hechos no están siendo recuperados desde hace muchos años, sino desde la última vez que fueron evocados o repasados (posiblemente en un tiempo cercano a cuando se realiza la evaluación). Así, los recuerdos mejor conservados serían los más importantes para el sujeto y los dotados de mayor carga emocional (Junqué y Jurado, 1994).

2.6.5. Memoria prospectiva.

La memoria prospectiva está relacionada con las actividades futuras, es decir, con la memoria que posibilita que se recuerde llevar a cabo una actividad en un tiempo futuro, siendo su característica más

importante la precisión en la determinación del momento en el que se va a llevar a cabo la acción (Craik y cols., 1995). La memoria prospectiva también se ha considerado que está afectada por la edad (Cockburn y Smith 1991; Mantyla y Nilsson, 1997). Sin embargo, Einstein y cols. (1997) indican que una característica de las tareas de memoria prospectiva es que se encuentran afectadas por el contexto, y que las personas mayores parecen estar particularmente afectadas, en comparación con los jóvenes, cuando las exigencias contextuales aumentan selectivamente en el momento de la codificación estimular. También se ha hecho referencia a los procesos de recuperación como responsables de los déficits observados en tareas de memoria prospectiva durante el envejecimiento (Einstein y cols. 1995) y al tiempo que ha de transcurrir hasta que se lleve a cabo la acción (Craik y cols. 1995).

2.6.6. Déficits de memoria y envejecimiento cerebral

Distintos estudios señalan los cambios neuroanatómicos como los responsables de los problemas de memoria relacionados con el envejecimiento. Los cambios corticales, especialmente los asociados a la corteza temporal son los que han recibido más atención, aunque algunos autores han indicado también la participación de la corteza frontal (Parkin y Walter, 1992).

En relación a la participación del lóbulo temporal en la pérdida de memoria asociada al envejecimiento, West (1993) identificó una pérdida neuronal en la formación hipocámpica durante el envejecimiento, de un 52% en el subiculum y un 31% en el hilus del giro dentado, datos estos que estarían de acuerdo con los de Golomb y cols. (1993). Así mismo Golomb y cols. (1994) encontraron una correlación significativa, independiente de la edad, sexo y atrofia cerebral generalizada, entre el tamaño de la formación hipocámpica y el rendimiento de los ancianos en tareas de memoria primaria, y Golomb y cols. (1996) indican que el tamaño de la formación hipocámpica es un predictor del cambio longitudinal en pruebas de memoria sensibles al envejecimiento, mostrándose como un factor de riesgo para un deterioro acelerado de la memoria en el envejecimiento cuando presenta atrofia. Sin embargo, Sullivan y cols. (1995) observaron que la disminución de las medidas de memoria de trabajo verbal y no verbal durante el envejecimiento se relacionaban con el ensanchamiento de las regiones del tercer ventrículo, indicativo de la atrofia de la corteza adyacente

al hipocampo, pero no de éste, al menos hasta los 70 años de edad.

Eustache y cols. (1995) indican la existencia de una asociación entre dificultades de memoria y disminución del consumo de oxígeno cerebral durante el envejecimiento, siendo significativa la asociación para las áreas neocorticales y el tálamo izquierdo. A su vez, Grady y cols. (1995), midiendo flujo sanguíneo cerebral regional, indican que el declive de memoria relacionado con el envejecimiento puede deberse a una pérdida de activación cortical e hipocámpica durante la codificación.

A nivel molecular, para explicar la afectación de la memoria asociada a la edad se han considerado tres hipótesis, una relacionada con una disminución colinérgica, catecolaminérgica (dopamina y noradrenalina) y de fosfolípidos.

2.7. Funciones visoespaciales, visoperceptivas y visoconstructivas

Las funciones visoespaciales hacen referencia a la capacidad para relacionar la posición, dirección o movimientos de objetos o puntos en el espacio. Durante el envejecimiento, parece existir un decline en estas funciones (Baldelli y cols., 1991; Wahlin y cols., 1993), siendo a partir de los últimos años de la séptima década de vida cuando comienzan a aparecer los problemas en la organización visoespacial (Schaie, 1994). No obstante, como indica La Rue (1992), las pruebas empleadas para identificar las funciones visoespaciales, como la orientación de líneas, las primeras láminas de las matrices progresivas de Raven y la rotación mental de figuras geométricas, pueden encontrarse influidas por la educación, agudeza visual o falta de familiaridad con estas tareas. Por otra parte, Junqué y Jurado (1994) indican que cuando, por ejemplo, se utilizan las matrices progresivas de Raven como una prueba visoespacial, las personas mayores obtienen un mejor rendimiento cuando se elimina el factor tiempo, aunque no llegan a alcanzar los mismos niveles que los más jóvenes. Por su parte, la orientación espacial también es sensible al proceso de envejecimiento, sobre todo si conlleva rotación u orientación derecha-izquierda (Flicker y cols., 1988; Spreen y Strauss, 1991).

Las funciones visoperceptivas están implicadas en la distinción de estímulos simbólicos o verbales y configuraciones estímulares, como por ejemplo la identificación de una figura enmascarada entre otras, la identificación de caras no familiares o identificación de una figura a la que le falta alguna parte. Las deficiencias observadas en estas funciones parecen

ser menores que las observadas en las visoespaciales, aunque, no obstante el rendimiento es menor que el observado en individuos más jóvenes (Howieson y cols. 1993; La Rue, 1992; Schaie, 1994). Así, los juicios perceptivos, tanto para estímulos espaciales como para los no espaciales, comienzan a sufrir un declive a partir de los 65 años (Ogden, 1990; Ska y cols., 1990; Spreen y Strauss, 1991).

Las funciones visoconstructivas, aquellas que implican la integración visoespacial y visoperceptiva con la actividad motora, como por ejemplo dibujar figuras tridimensionales, hacer dibujos complejos como una bicicleta o realizar tareas de construcción con cubos, presentan una afectación asociada a la edad (La Rue, 1992). En este sentido Van Gorp, Satz y Mitrushina (1990) indican que el factor tiempo ejerce una influencia importante sobre el rendimiento en este tipo de tareas. Sin embargo, otras características de estas tareas, como su novedad, su requerimiento de búsqueda de solución y su naturaleza visoespacial, están influyendo en los déficits que aparecen asociados al envejecimiento en estas funciones (Ogden, 1990).

En general, todas estas funciones presentan un decline significativo asociado a la edad (Lezak, 1995), considerándose que estas deficiencias estarían asociadas a un deterioro del hemisferio derecho, concretamente de su región posterior. Además, Junqué y Jurado (1994) consideran también la posibilidad de que las dificultades visoespaciales y visoperceptivas podrían estar relacionadas con las pérdidas visomotoras y la disminución en la velocidad asociada al envejecimiento.

2.8. Funciones ejecutivas

Las funciones ejecutivas son aquellas capacidades que posibilitan la formulación de metas, la planificación, el llevar a cabo planes dirigidos a metas y un rendimiento efectivo (Godwin, 1989). Además, son particularmente importantes para el control emocional y para la conducta socialmente correcta. Así, la capacidad de formación de conceptos, el razonamiento lógico y abstracto, la flexibilidad cognitiva, la solución de problemas, el procesamiento inhibitorio y el cambio atencional forman parte de estas funciones. A su vez, estas capacidades se encuentran localizadas en las estructuras orbitales o mediales de las regiones prefrontales del lóbulo frontal y, como apuntamos anteriormente, es precisamente en las regiones prefrontales donde se producen los deterioros cerebrales más pronunciados. En este sentido, los procesos cognitivos asociados al lóbulo frontal,

en especial a las regiones prefrontales, son de los primeros en sufrir un declive durante el envejecimiento (West, 1996), implicando déficits en las capacidades ejecutivas o supervisoras (Stuss, Craik, Sayer, Franchi y Alexander, 1996). Así mismo, Junqué y Jurado (1994) señalan que puesto que el lóbulo frontal tiene amplias conexiones córtico-corticales y córtico-subcorticales, la degeneración de la sustancia blanca y ganglios basales asociada a la edad afecta indirectamente a la función frontal.

La formación de conceptos implica la capacidad de los sujetos para formular un concepto nuevo. Así, los ancianos normales presentan un déficit en ciertos tipos de formación de conceptos (Cronin-Golomb, 1990), de tal modo que los ancianos piensan en términos más concretos que los jóvenes, disminuyendo también la flexibilidad cognitiva necesaria para hacer nuevas abstracciones y formar enlaces conceptuales nuevos (Albert, Wolfe y Lafleche, 1990; Van Gorp y Mahler, 1990). En este sentido, cuando se pide a los ancianos que categoricen objetos, los agrupan en función de sus relaciones más inmediatas (menos abstractas). Por su parte, cuando tienen que inferir una dimensión de la serie de estímulos que difieren en varias dimensiones, rinden pobremente. Además, los ancianos hacen muchas preguntas repetitivas en las tareas de identificación de conceptos (La Rue, 1992). Uno de los tests que miden mejor la generación de hipótesis y el cambio de categoría y que es sensible a la disfunción del lóbulo frontal y al deterioro cortical difuso, es el Test de Wisconsin. En este sentido, Axelrod y Henry (1992) señalan que los cambios relacionados con la edad en el rendimiento en esta prueba son consistentes con la hipótesis de que los ancianos son menos sistemáticos y eficientes en las tareas de solución de problemas que requieren que las capacidades de conceptualización se encuentren intactas.

Por su parte, Collins y Tellier (1994) observaron que aparecía una relación significativa entre el avance de la edad y una medida de cambio conceptual (Test Visual Verbal) y el número de errores perseverantes en el Test de Wisconsin, sugiriendo que la flexibilidad cognitiva está asociada de forma negativa con el avance de la edad. También señalan diferencias en la capacidad para realizar esquemas conceptuales alternativos para clasificar estímulos visuales y en la capacidad para cambiar estrategias organizacionales. A su vez, Levine, Stuss y Milberg (1995) indican que durante el envejecimiento aparecen déficits en la formación de conceptos autoiniciada, en el cambio de categoría, así como tendencias perseverantes. Además, durante el envejecimiento se

produce un cambio en el procesamiento inhibitorio, teniendo los ancianos más dificultades tanto para interrumpir una respuesta y adoptar normas nuevas en una tarea como para desestimar estímulos distractores (Kane, Hasher, Stoltzfus, Zacks y Connelly, 1994; Kramer, Humphrey, Larish y Logan, 1994). Así, el aumento de verbosidad observado en los ancianos puede deberse a esta dificultad de inhibir la información irrelevante (Arbuckle y Gold, 1993).

Por otra parte, diferentes estudios han puesto de manifiesto que durante el envejecimiento aparece un déficit tanto en la capacidad para resolver problemas como en la toma de decisiones (Cronin-Golomb, 1990; Sorce, 1995). Sin embargo, este déficit del razonamiento solamente aparece ante problemas que no resulten familiares, que sean estructuralmente complejos, o que impliquen que el sujeto tenga que distinguir elementos relevantes de elementos irrelevantes (Cronin-Golomb, 1990). Además, los estudios que han aislado factores de inteligencia muestran que la solución de problemas cotidianos está influenciada por las capacidades fluidas (capacidad para adquirir nuevos conceptos y adaptarse a situaciones nuevas) más que por las cristalizadas (capacidades intelectuales aprendidas). Por su parte, Johnson (1993), examinando el impacto de las instrucciones pensadas en voz alta y autorreferenciales en la toma de decisiones, observó que las instrucciones pensadas en voz alta aumentan el tiempo total de los procesos de decisión.

2.9. Lenguaje

De entre todas las funciones cognitivas, las que menos parecen deteriorarse durante el envejecimiento normal son las relacionadas con el lenguaje, a excepción, por ejemplo, de que exista una pérdida auditiva o cualquier otra alteración importante relacionada con el aparato fonador que produzca cambios en la comunicación. De los distintos componentes generales incluidos en el lenguaje humano (fonológico, sintáctico y léxico) no parece existir una alteración significativa asociada a cada uno de estos componentes (La Rue, 1992), indicando Junqué y Jurado (1994) en relación al componente léxico que no sólo no parece estar preservado durante el envejecimiento normal, sino que además puede verse mejorada con la adquisición o aprendizaje de nuevas palabras.

En general, las dificultades más frecuentes que suelen detectarse durante el envejecimiento están relacionadas con: A) el acceso a las redes léxicas (Bowles y Poon, 1985), soliendo presentar los suje-

tos algunas dificultades ante tareas de decisión léxica o denominación (Cooper, 1990). En este sentido, no es extraño observar a una persona mayor, aunque a veces no tan mayor, cuando quiere decir el nombre de una cosa y no le sale la palabra oportuna, referirse a ello diciendo que "lo tiene en la punta de la lengua", aspecto este que ha sido atribuido por Burke y cols (1991) a un debilitamiento de las conexiones entre los núcleos léxicos y fonológicos. B) Disminución de la fluencia verbal (Kozora y Cullum, 1995; La Rue, 1992). En aquellas pruebas que se le pide a los sujetos que generen palabras de forma espontánea durante un tiempo limitado, bien que empiecen por una determinada letra (consigna fonética) o bien que se encuentren relacionadas con una categoría semántica, como por ejemplo nombres de animales (consigna semántica), se ha observado que existe un decline diferencial entre ambos tipos de tarea, siendo el rendimiento en la tarea semántica inferior al de la tarea fonética. C) Dificultades en la comprensión de estructuras gramaticales complejas, cuando estas requieren, especialmente, la implicación de un esfuerzo elevado para su procesamiento, mientras que no parecen existir dificultades importantes para el procesamiento sintáctico automático (Huff, 1990). D) en relación al discurso, parece encontrarse un declive en la descripción de objetos comunes a partir de la séptima década de la vida (Huff, 1990).

El relativo mantenimiento de las capacidades lingüísticas, en comparación con las funciones visoespaciales durante el envejecimiento, ha llevado a algunos autores a sugerir que el hemisferio derecho, el cual está más implicado en el procesamiento de la información no verbal, se deteriora más que el izquierdo, el cual procesaría la información verbal. No obstante, como indican Junqué y Jurado (1994), la preservación del lenguaje con el paso de los años, en relación al decline observado en las funciones visoespaciales, podría estar relacionada con el hecho de que el lenguaje supone conexiones córtico-corticales, mientras que las funciones visoespaciales requieren conexiones córtico-subcorticales. A su vez, la patología en la sustancia blanca y ganglios basales asociada al envejecimiento podría estar afectando diferencialmente a las funciones visoespaciales.

3. Conclusiones

Como hemos visto anteriormente, el envejecimiento normal comporta una serie de cambios neuroanatómicos y fisiológicos, los cuales pueden afectar tanto al sustrato neural que subyace al funcionamiento

cerebral normal, como a los diferentes procesos cognitivos que soportan.

La atención y la velocidad de procesamiento, aunque no se consideran funciones cognitivas en sentido estricto, son dos variables importantes que afectan al resto de las funciones cognitivas. El enlentecimiento en la velocidad de procesamiento se ve afectado por la disminución en la velocidad de la transmisión nerviosa, la cual se ha asociado con cambios neurodegenerativos en la sustancia blanca. La disminución en atención, especialmente la capacidad para mantener una adecuada focalización (atención selectiva) o llevar a cabo tareas de atención dividida, se ha asociado con los cambios degenerativos que aparecen en el lóbulo frontal durante el envejecimiento. A su vez, parece ser que se produce un deterioro diferencial de la atención, estando el sistema de atención anterior (corteza prefrontal medial y corteza cingulada anterior) más afectado que el posterior (corteza parietal posterior, pulvinar, núcleos reticulares y partes del colículo superior).

Especial mención requieren las funciones de memoria, ya que son de las que más se quejan los ancianos. Respecto a la MCP, aparece un deterioro de la memoria de trabajo, más específicamente del sistema ejecutivo central, lo que se ha asociado tanto al enlentecimiento de la velocidad de procesamiento como al deterioro de los lóbulos frontales. Por su parte, dentro de la MLP aparece un déficit mayor de la memoria declarativa durante el envejecimiento. A su vez, dentro de este subsistema declina más la memoria episódica, manteniéndose relativamente la semántica. Estos déficits se han asociado con los cambios que aparecen en la corteza temporal, más específicamente con la pérdida neuronal de la formación hipocámpica, aunque también se han relacionado con los cambios a nivel talámico y áreas corticales, así como con una disminución colinérgica, catecolaminérgica y de fosfolípidos.

Actualmente, existe una polémica acerca de si el envejecimiento tiene efectos hemisféricos diferenciales, estando el hemisferio derecho (aspectos no verbales) más afectado que el izquierdo (aspectos verbales). Esta hipótesis parte de los resultados obtenidos en pruebas visoespaciales, visoperceptivas y visoconstructivas y de los de lenguaje, ya que los ancianos presentan déficits en las primeras mientras que el lenguaje parece mantenerse relativamente estable.

Las funciones visoespaciales comienzan a declinar a partir de los 80 años y las visoperceptivas lo hacen a partir de los 65 años. A su vez, las funciones visoconstructivas también sufren un deterioro,

siendo los factores fundamentales del mismo tanto el tiempo requerido para realizar la tarea como la carga visoespacial de que están dotadas. Así, los déficits en estas funciones parecen estar asociados tanto a un deterioro de las regiones posteriores del hemisferio derecho como a las pérdidas visomotoras y al enlentecimiento observados durante la vejez. En relación al lenguaje, los únicos problemas que se han observado durante el envejecimiento están relacionados con el acceso a redes léxicas, la fluencia verbal, la comprensión de estructuras gramaticales complejas y con la descripción de objetos.

Las capacidades para formar conceptos, resolver problemas, inhibir la conducta, razonar y planificar, funciones asociadas a los lóbulos frontales y englobadas bajo el término de funciones ejecutivas, parecen ser las que sufren un deterioro mayor durante el envejecimiento. De este modo, los cambios que se producen en estas capacidades están directamente

asociadas con los cambios que aparecen en las regiones prefrontales, además de con la degeneración de la sustancia blanca y ganglios basales.

Aunque todos estos cambios se producen durante el envejecimiento, no tienen por qué aparecer en un mismo sujeto, dando lugar a una estela de diferencias individuales dentro de la población de ancianos. En este sentido, y debido a esta gran diversidad, se hace necesaria una evaluación precisa de estos cambios con el fin de no confundirlos con aquellos que aparecen en los procesos neurodegenerativos o asociados a enfermedades sistémicas, cuyos primeros síntomas pueden coincidir con los observados en el proceso de envejecimiento normal. A su vez, también es necesario tener un conocimiento preciso de estos cambios para poder dotar a los ancianos de las estrategias adecuadas con el fin de que puedan llevar a cabo sus actividades en la vida diaria.

Referencias

- Albert, M.S., Wolfe, J. y Lafleche, G. (1990). Differences in abstraction ability with age. *Psychology and Aging*, 5, 94-100.
- Arbuckle, T.Y. y Gold, D.P. (1993). Aging, inhibition, and verbosity. *Journals of Gerontology*, 48, 225-232.
- Axelrod, B.N. y Henry, R.R. (1992). Age-related performance on the Wisconsin Card Sorting, Similarities, and Controlled Oral Word Association Tests. *The Clinical Neuropsychologist*, 6, 16-26.
- Baddeley, A.D. (1995). The psychology of memory. En A.D. Baddeley, B.A. Wilson y F.N. Watts (Eds.), *Handbook of memory disorders* (pp. 3-25). New York: John Wiley & Sons.
- Baldelli, M.V., Motta, M., Toschi, A. y DeCarolis, S. (1991). Spatial memory alterations during aging in males and females. *Archives of Gerontology and Geriatrics, Supl.* 2, 95-98.
- Barr, R.A. y Giambra, L.M. (1990). Age-related decrement in auditory selective attention. *Psychology and Aging*, 5, 597-599.
- Bashore, T.R., Osman, A. y Heffley III, E.F. (1989). Mental slowing in elderly persons: A cognitive psychophysiological analysis. *Physiology and Aging*, 4, 235-244.
- Bowles, N.L. y Poon, L.W. (1985). Aging and retrieval of words in semantic memory. *Journal of Gerontology*, 40, 71-77.
- Burke, D.M., MacKay, D.G., Worthley, J.S. y Wade, E. (1991). On the tip of the tongue: What causes word finding failures in young and older adults?. *Journal of Memory and Language*, 30, 542-579.
- Cockburn, J. y Smith, P.T. (1991). The relative influence of intelligence and age on everyday memory. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 46, 31-36.
- Collins, B. y Tellier, A. (1994). Differences in conceptual flexibility with age as measured by a modified version of the Visual Verbal Test. *Canadian Journal on Aging*, 13, 368-377.
- Cooper, P.V. (1990). Discourse production and normal aging. Performance on oral picture description tasks. *Journals of Gerontology*, 45, 210-214.
- Craik, F.I.M., Anderson, N.D., Kerr, S.A. y Li, K.Z.H. (1995). Memory changes in normal ageing. En A.D. Baddeley, B.A. Wilson y F.N. Watts (Eds.), *Handbook of Memory Disorders*. New York: John Wiley & Sons.
- Cronin-Golomb, A. (1990). Abstract thought in aging and age-related neurological disease. En F. Boller y J. Grafman (Eds.), *Handbook of neuropsychology*, vol. 5 (pp. 279-309). Amsterdam: Elsevier.
- Crook, T., Bartus, R.T., Ferris, S.H., Whitehouse, P., Cohen, G.D. y Gershon, S. (1986). Age-associated memory impairment: Proposed diagnostic criteria and measures of clinical change. Report of a National Institute of Mental Health work group. *Developmental Neuropsychology*, 2, 261-276.
- Daigneault, S. y Braun, C.M. (1993). Working memory and the self-ordered pointing task: Further evidence of early prefrontal decline in normal aging. *Journal of clinical and Experimental Neuropsychology*, 15, 881-895.
- Damulin, I.V. e Iakhno, N.N. (1993). Sosudistaiia mozgo-vaia nedostatochnost' u patsientov pozhilogo i starcheskogo vozrasta (kliniko-komp'iuternotomograficheskoe issledovanie [Insuficiencia cerebrovascular en pacientes ancianos y de edad media (un estudio clínico con tomografía computerizada)]. *Zh. Nevropatol. Psikiatr. Im. S. S. Korsakova*, 93, 10-3.
- Denney, N.W. y Larsen, J.E. (1994). Aging and episodic memory: Are elderly adults less likely to make connec-

- tions between target and contextual information?. *Journals of Gerontology*, 49, 270-275.
- Einstein, G.O., McDaniel, M.A., Richardson, S.L., Guynn, M.J. y Cunfer, A.R. (1995). Aging and prospective memory: Examining the influences of self-initiated retrieval processes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 21, 996-1007.
- Einstein, G.O., Smith, R.E., McDaniel, M.A. y Shaw, P. (1997). Aging and prospective memory: The influence of increased task demands at encoding and retrieval. *Psychology and Aging*, 12, 479-488.
- Elwan, O., Hassan, A.A., Abdel-Naseer, M., Fahmy, M., Elwan, F., Abel-Kader, A. y Mahfouz, M. (1996). Brain aging in normal Egyptians: Neuropsychological, electrophysiological and cranial tomographic assessment. *J. Neurol. Sci.*, 136: 73-80.
- Eustache, F., Rioux, P., Desgranges, B., Marchal, G., Petit-Taboue, M.C., Dary, M., Lechevalier, B. y Baron, J.C. (1995). Healthy aging, memory subsystems and regional cerebral oxygen consumption. *Neuropsychologia*, 33, 867-887.
- Faust, M.E. y Balota, D.A. (1997). Inhibition of return and visuospatial attention in healthy older adults and individuals with dementia of the Alzheimer type. *Neuropsychology*, 11, 13-29.
- Fisher, D.L. y Glaser, R.A. (1996). Molar and latent models of cognitive slowing: Implications for aging, dementia, depression, development, and intelligence. *Psychonomic Bulletin and Review*, 3, 458-480.
- Fisk, A.D. y Fisher, D.L. (1994). Brinley plots and theories of aging: The explicit muddled, and implicit debates. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 49, 81-89.
- Fisk, J.E. y Warr, P. (1996). Age and working memory: The role of perceptual speed, the central executive, and the phonological loop. *Psychology and Aging*, 11, 316-323.
- Flicker, C., Ferris, S.H., Crook, T., Reisberg, B. y Bartus, R.T. (1988). Equivalent spatial-rotation deficits in normal aging and Alzheimer's disease. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 10, 387-399.
- Folk, C.L. y Hoyer, W.J. (1992). Aging and shifts of visual spatial attention. *Psychology and Aging*, 7, 453-465.
- Fontaine, R., Isingrini, M., Gauthier, M. y Cochez, A. (1991). Aging memory: Nature and evolution. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, 11, 385-398.
- Fraser, G.E., Singh, P.N. y Bennett, H. (1996). Variables associated with cognitive function in elderly California Seventh-day Adventists. *American Journal of Epidemiology*, 143, 1181-1190.
- Gallagher, M. y Rapp, P.R. (1997). The use of animal models to study the effects of aging on cognition. *Annual Review of Psychology*, 48, 339-370.
- Godwin, D.M. (1989). *A dictionary of neuropsychology*. New York: Springer-Verlag.
- Golomb, J., de Leon, M.J., Kluger, A., George, A.E., Tarshish, C. y Ferris, S.H. (1993). Hippocampal atrophy in normal aging: An association with recent memory impairment. *Archives of Neurology*, 50, 967-973.
- Golomb, J., Kluger, A., de Leon, M.J. y Ferris, S.H. (1996). Hippocampal formation size predicts declining memory performance in normal aging. *Neurology*, 47, 810-813.
- Golomb, J., Kluger, A., de Leon, M.J., Ferris, S.H., Convit, A., Mittelman, M.S., Cohen, J., Rusinek, H., de Santi, S. y George, A.E. (1994). Hippocampal formation size in normal human aging: A correlate of delayed secondary memory performance. *Learning and Memory*, 1, 45-54.
- Grady, C.L., McIntosh, A.R., Horwitz, B., Maisog, J., Ungerleider, L.G., Mentis, M.J., Pietrini, P., Schapiro, M.B. y Haxby, J.V. (1995). Age-related reductions in human recognition memory due to impaired encoding. *Science*, 269, 218-221.
- Greenwood, P.M., Parasuraman, R. y Alexander, G.E. (1997). Controlling the focus of spatial attention during visual search: Effects of advanced aging and Alzheimer disease. *Neuropsychology*, 11, 3-12.
- Gregoire, J. y Van der Linden, M. (1997). Effects of age on forward and backward digit spans. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 4, 140-149.
- Harrington, D.L. y Haaland, K.Y. (1992). Skill learning in the elderly: Diminished implicit and explicit memory for a motor sequence. *Psychology and Aging*, 7, 425-434.
- Hartley, A.A., Kieley, J. y McKenzie, C.R. (1992). Allocation of visual attention in younger and older adults. *Perception and Psychophysics*, 52, 175-185.
- Hashtroudi, S., Chrosniak, L.D. y Schwartz, B.L. (1991). Effects of aging on priming and skill learning. *Psychology and Aging*, 6, 605-615.
- Haug, H. y Eggers, R. (1991). Morphometry of the human cortex cerebri and corpus striatum during aging. *Neurobiology of Aging*, 12, 336-338.
- Howieson, D.B., Holm, D.B., Kaye, J.A., Oken, B.S. y Howieson, J. (1993). Neurologic function in the optimally healthy oldest old: Clinical neuropsychological evaluation. *Neurology*, 43, 1882-1886.
- Huff, F.J. (1990). Language in normal aging and age-related neurological diseases. En F. Boller y J. Grafman (Eds.), *Handbook of Neuropsychology*, vol. 4 (pp. 251-264). Amsterdam: Elsevier.
- Huppert, F.A. (1991). Age-related changes in memory: Learning and remembering new information. En F. Boller y J. Grafman (Eds.), *Handbook of Neuropsychology*, 5 (pp. 123-147). Amsterdam: Elsevier.
- Java, R.I. (1992). Priming and aging: Evidence of preserved memory function in an anagram solution task. *American Journal of Psychology*, 105, 541-548.
- Java, R.I. y Gardiner, J.M. (1991). Priming and aging: Further evidence of preserved memory function. *American Journal of Psychology*, 104, 89-100.
- Jelicic, M., Craik, F.I.M. y Moscovitch, M. (1996). Effects of ageing on different explicit and implicit memory tasks. *European Journal of Cognitive Psychology*, 8, 225-234.
- Johnson, M.M. (1993). Thinking about strategies during, before, and after making a decision. *Psychology and Aging*, 8, 231-241.
- Junqué, C. y Jurado, M.A. (1994). Envejecimiento y demencias. Barcelona: Martínez Roca.
- Kandel, E.R. y Schwartz, J.H. (1985). *Principles of neural sciences*. New York: Elsevier.

- Kane, M.J., Hasher, L., Stoltzfus, E.R., Zacks, R.T. y Connelly, S.L. (1994). Inhibitory attentional mechanisms and aging. *Psychology and Aging, 9*, 103-112.
- Kozora, E. y Cullum, C.M. (1995). Generative naming in normal aging: Total output and qualitative changes using phonemic and semantic constraints. *Clinical Neuropsychologist, 9*, 313-320.
- Kramer, A.F., Humphrey, D.G., Larish, J.F. y Logan, G.D. (1994). Aging and inhibition: Beyond a unitary view of inhibitory processing in attention. *Psychology and Aging, 9*, 491-512.
- Kugler, C.F., Petter, J. y Platt, D. (1996). Age-related dynamics of cognitive brain functions in humans: An electrophysiological approach. *Journal of Gerontology: Biological Sciences, 51*, 3-16.
- La Rue, A. (1992). *Aging and neuropsychological assessment*. New York/London: Plenum Press.
- Levine, B., Stuss, D.T. y Millberg, W.P. (1997). Effects of aging on conditional associative learning: Process analyses and comparison with focal frontal lesions. *Neuropsychology, 11*, 367-381.
- Lezak, M.D. (1995). *Neuropsychological assessment*. New York: Oxford University Press.
- Madden, D.J. (1990). Adult age differences in attentional selectivity and capacity. Special Issue: Cognitive gerontology. *European Journal of Cognitive Psychology, 2*, 229-252.
- Madden, D.J., Connelly, S.L. y Pierce, T.W. (1994). Adult age differences in shifting focused attention. *Psychology and Aging, 9*, 528-538.
- Mantyla, T. (1993). Knowing but no remembering: Adult age differences in recollective experience. *Memory and Cognition, 21*, 379-388.
- Mantyla, T. y Nilsson, L.G. (1997). Remembering to remember in adulthood: A population-based study on aging and prospective memory. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 4*, 81-92.
- Mazaux, J.M., Dartigues, J.F., Letenneur, L., Darriet, D., Wiart, L., Gagnon, M., Commenges, D. y Boller, F. (1995). Visuo-spatial attention and psychomotor performance in elderly community residents: Effects of age, gender, and education. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 17*, 71-81.
- McDowd, J.M. y Filion, D.L. (1992). Aging, selective attention, and inhibitory processes: A psychophysiological approach. *Psychology and Aging, 7*, 65-71.
- McDowd, J.M. y Oseas-Kreger, D.M. (1991). Aging, inhibitory processes, and negative priming. *Journal of Gerontology, 46*, 340-345.
- McEntee, W.J. y Crook, T.H. (1990). Age-associated memory impairment: A role for catecholamines. *Neurology, 40*, 526-530.
- Mesulam, M.M. (1985). *Principles of Behavioral Neurology*. Philadelphia: F.A. Davis Company.
- Morris, J.C., Storandt, M., McKeel, D.W., Rubin, E.H., Price, J.L., Grant, E.A. y Bergl, L. (1996). Cerebral amyloid deposition and diffuse plaques in "normal" aging: Evidence for presymptomatic and very mild Alzheimer's disease. *Neurology, 46*, 707-719.
- Mouloua, M. y Parasuraman, R. (1995). Aging and cognitive vigilance: Effects of spatial uncertainty and event rate. *Experimental Aging Research, 21*, 17-32.
- Murphy, D.G., DeCarli, C., McIntosh, A.R., Daly, E., Mentis, M.J., Pietrini, P., Szczepanik, J., Schapiro, M.B., Grady, C.L., Horwitz, B. y Rapoport, S.I. (1996). Sex differences in human brain morphology and metabolism: An in vivo quantitative magnetic resonance imaging and positron emission tomography study on the effect of aging. *Arch. Gen. Psychiatry, 53*, 585-594.
- O'Donnell, B.F., Friedman, S., Swearer, J.M. y Drachman, D.A. (1992). Active and passive P3 latency and psychometric performance: Influence of age and individual differences. *International Journal of Psychophysiology, 12*, 187-195.
- Ogden, J.A. (1990). Spatial abilities and deficits in aging and age-related disorders. En F. Boller y J. Grafman (Eds.), *Handbook of Neuropsychology*, vol. 4 (pp. 265-278). Amsterdam: Elsevier.
- Parkin, A.J. y Walter, B.M. (1991). Aging, short-term memory, and frontal dysfunction. *Psychobiology, 19*, 175-179.
- Parkin, A.J. y Walter, B.M. (1992). Recollective experience, normal aging, and frontal dysfunction. *Psychology and Aging, 7*, 290-298.
- Petersen, R.C., Smith, G., Kokmen, E., Ivnik, R.J. y Tangalos, R.J. (1992). Memory function in normal aging. *Neurology, 42*, 396-401.
- Sagar, H.J. (1990). Aging and age-related neurological disease: remote memory. En F. Boller y J. Grafman (Eds.), *Handbook of neuropsychology*, vol. 4 (pp. 311-324). Amsterdam: Elsevier.
- Salthouse, T.A. (1994a). Aging associations: Influence of speed on adult age differences in association learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 20*, 1486-1503.
- Salthouse, T.A. (1994b). The aging of working memory. Special Section: Working memory. *Neuropsychology, 8*, 535-543.
- Salthouse, T.A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review, 103*, 403-428.
- Salthouse, T.A., Fristoe, N.M., Lineweaver, T.T. y Coon, V.E. (1995). Aging and attention: Does the ability to divide decline? *Memory and Cognition, 23*, 59-71.
- Schachter, D.L., Cooper, L.A. y Valdiserri, M. (1992). Implicit and explicit memory for novel visual objects in older and younger adults. *Psychology and Aging, 7*, 299-308.
- Schaie, K.W. (1994). The course of adult intellectual development. *American Psychologist, 49*, 304-313.
- Schugens, M.M., Daum, I., Spindler, M. y Birbaumer, N. (1997). Differential effects of aging on explicit and implicit memory. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 4*, 33-44.
- Ska, B., Poissant, A. y Joannette, Y. (1990). Line orientation judgment in normal elderly and subjects with dementia of Alzheimer's type. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 12*, 695-702.

- Sliwinski, M. (1997). Aging and counting speed: Evidence for process-specific slowing. *Psychology and Aging, 12*, 38-49.
- Snowdon, J. y Lane, F. (1994). A longitudinal study of age-associated memory impairment. *International Journal of Geriatric Psychiatry, 9*, 779-787.
- Sorce, P. (1995). Cognitive competence of older consumers. *Psychology and Marketing, 12*, 467-480.
- Spencer, W.D. y Raz, N. (1995). Differential effects of aging on memory for content and context: A meta-analysis. *Psychology and Aging, 10*, 527-539.
- Spreen, O. y Strauss, E. (1991). *A compendium of neuropsychological tests*. New York: Oxford University Press.
- Squire, L.R. (1992). Declarative and non declarative memory: Multiple brain systems supporting learning and memory. *Journal of Cognitive Neuroscience, 4*, 232-243.
- Stankov, L. (1988; cit. en La Rue, 1992). Aging, attention, and intelligence. *Psychology and Aging, 3*, 59-74.
- Stuss, D.T., Craik, F.I.M., Sayer, L., Franchi, D. y Alexander, M.P. (1996). Comparison of older people and patients with frontal lesions: Evidence from word list learning. *Psychology and Aging, 11*, 387-395.
- Sullivan, E.V., Marsh, L., Mathalon, D.H., Lim, K.O. y cols. (1995). Age-related decline in MRI volumes of temporal lobe gray matter but not hippocampus. *Neurobiology of Aging, 16*, 591-606.
- Swearer, J.M. y Kane, K.J. (1996). Behavioral slowing with age: Boundary conditions of the generalized slowing model. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences, 51*, 189-200.
- Taylor, J.L., Miller, T.P. y Tinklenberg, J.R. (1992). Correlates of memory decline: A 4-year longitudinal study of older adults with memory complaints. *Psychology and Aging, 7*, 185-193.
- Tipper, S.P. (1991). Less attentional selectivity as a result of declining inhibition in older adults. *Bulletin of the Psychonomic Society, 29*, 45-47.
- Tomonago, M. (1981). Cerebral amyloid angiopathy in the elderly. *Journal of the American Geriatric Society, 29*, 151-157.
- Van Gorp, W.G. y Mahler, M. (1990). Subcortical features of normal aging. En J. Cummings (Ed.), *Subcortical dementia*. New York: Oxford University Press.
- Van Gorp, W.G., Satz, P. y Mitrushina, M. (1990). Neuropsychological processes associated with normal aging. *Developmental Neuropsychology, 6*, 279-290.
- Van Zomeran, A.H. y Brower, W.H. (1992). Assessment of attention. En J.R. Crawford, D.M. Parker y W.W. McKinlay (Eds.), *A handbook of neuropsychological assessment*. Hove, U.K.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Van Zomeran, A.H. y Brower, W.H. (1994). *Clinical neuropsychology of attention*. New York/Oxford: Oxford University Press.
- Wahlin, T.B.R., Backman, L., Wahlin, A. y Winblad, B. (1993). Visuospatial functioning and spatial orientation in a community-based sample of healthy very old persons. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 17*, 165-177.
- Waite, L.M., Broe, G.A., Creasey, H., Grayson, D., Edelbrock, D. y O'Toole, B. (1996). Neurological signs, aging, and the neurodegenerative syndromes. *Arch. Neurol., 53*, 498-502.
- West, M.J. (1993). Regionally specific loss of neurons in the aging human hippocampus. *Neurobiol. Aging, 14*, 287-293.
- West, R. y Bell, M.A. (1997). Stroop color-word interference and electroencephalogram activation: Evidence for age-related decline of the anterior attention system. *Neuropsychology, 11*, 421-427.
- West, R.L. (1996). An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological Bulletin, 120*, 272-292.
- Wingfield, A. (1996). Cognitive factors in auditory performance: Context, speed of processing, and constraints of memory. *J. Am. Acad. Audiol., 7*, 175-182.
- Woods, D.L. (1992). Auditory selective attention in middle-aged and elderly subjects: An event-related brain potential study. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology Evoked Potentials, 84*, 456-468.
- Zarranz, J.J. (1997). Alteraciones morfológicas y neuroquímicas en el envejecimiento cerebral normal. *Revista de Neurología, 25*, 9-13.