



Factores que contribuyen al envejecimiento saludable*

Jesús Santiago Vite

Especialidad: Neuropsicología

Universidad Nacional Autónoma de México.

Resumen: El envejecimiento es un fenómeno multidimensional, producido por variaciones en el funcionamiento de los sistemas fisiológicos, debido a causas intrínsecas y extrínsecas. En el trabajo se realizó una revisión bibliográfica sobre los cambios que ocurren en el sistema nervioso y el funcionamiento cognitivo en los ancianos, así como los elementos que afectan al mismo y cuáles contribuyen a mantenerlo o fomentarlo en la vejez. Se concluye que las transformaciones que se sufren en el funcionamiento del sistema nervioso al envejecer provocan una disminución del funcionamiento cognitivo, lo cual está influenciado por diversos factores relacionados con el estilo de vida de los individuos.

Palabras clave: envejecimiento; adultos mayores; actividades de la vida diaria; ejercicio físico; funcionamiento cognitivo.

* Trabajo tutorado por la Dra. Gabriela Orozco Calderón.

Recibido: 12 agosto 2015 / Aceptado: 1 abril 2016

Imagen de cabecera: Matrimonio anciano de Antonio Granados Valdés.

Factors contributing to healthy aging

Abstract: Aging is a multidimensional phenomenon resulting from changes in the physiological system performance due to intrinsic and extrinsic causes. The investigation involved the review of materials dealing with changes occurring in the nervous system and cognitive functions in the elderly in addition to the elements that contribute to the damage or improvement of their performance during aging. It was concluded that the changes in the nervous system performance during aging lead to a decrease in cognitive performance influenced by diverse factors related to the individuals lifestyle.

Key words: aging; elders; daily activities; cognitive functions.

Introducción

En el año 2006 se estimaba que unos quinientos millones de personas en todo el mundo eran mayores de 65 años y debido a los cambios ocurridos en la fertilidad, el descenso en la mortalidad y al alargamiento en la esperanza de vida, la población mundial, en general, envejecerá (Dobriansky, Suzman & Hodes, 2007; Organización Mundial de la Salud, 2015).

El crecimiento más rápido de esta población será en los países del tercer mundo, en los cuales el número de individuos mayores de 65 años aumentará en un 140 % entre 2006 y 2030 (Dobriansky, Suzman & Hodes, 2007), por lo que es importante diseñar políticas públicas que respondan a esta realidad; siendo una de las prioridades el ayudar a los adultos mayores a que conserven una buena salud (Organización Mundial de la Salud, 2015). En relación con este objetivo los datos actuales indican que el funcionamiento cognitivo está correlacionado con la salud y la mortalidad (Batty *et al.*, 2009; Gallacher *et al.*, 2009) por lo que es importante entender cómo se puede fomentar la conservación de las actividades cognitivas.

La relación de actividades físicas, sociales y recreativas se asocia con un mejor funcionamiento cognitivo y una menor probabilidad de discapacidad. Teniendo en cuenta que las enfermedades como la diabetes y el sobrepeso, en los adultos mayores, se han relacionado con un considerable deterioro cognitivo y un mayor riesgo de padecer Alzheimer, una alimentación adecuada, que incluya alimentos ricos en antioxidantes y ácidos grasos insaturados, combinada con ejercicios, puede ayudar a mejorar el funcionamiento cognitivo y a disminuir el riesgo de padecer demencia.

Precisamente el objetivo de esta revisión es detallar los cambios que ocurren en el sistema nervioso y el funcionamiento cognitivo, así como los factores que afectan al mismo y cuáles contribuyen a mantenerlo o fomentarlo en la vejez.

De acuerdo con de Jaeger (2011), el envejecimiento es un fenómeno multidimensional, que incluye aspectos fisiológicos, genéticos, morfológicos, celulares, moleculares, sociales y psicológicos, el cual se debe a cambios en el funcionamiento de los sistemas fisiológicos, que causan el declive de las funciones orgánicas. Por su parte, Kirkwood (2005) menciona que el proceso de envejecimiento involucra diferentes mecanismos en distintos niveles y se caracteriza por el daño progresivo y generalizado de la

funcionalidad del organismo, lo cual resulta en una mayor vulnerabilidad al ambiente y una gran susceptibilidad a la enfermedad así como una enorme probabilidad de muerte.

Factores que afectan el envejecimiento

Los principales factores que afectan el proceso de envejecimiento pueden agruparse en tres: intrínsecos (biológicos, genéticos), extrínsecos (alimentación, actividad física) y enfermedades (de Jaeger, 2011). Otros autores mencionan el envejecimiento primario y envejecimiento secundario, siendo el primario los cambios que suceden en todos los individuos y que son inevitables, irreversibles, acumulativos y progresivos; mientras que en el envejecimiento secundario se agrupan cambios modificables y más relacionados con el estilo de vida e influencias medioambientales (de Jaeger, 2011; Lemme, 2003).

Todos estos factores interactúan entre sí, por lo que el proceso de envejecimiento puede ser diferente en cada persona: manteniendo algunas un alto grado de funcionalidad e independencia hasta edades avanzadas, mientras que otras mostrarán un mayor deterioro desde edades más tempranas (Lemme, 2003).

Teorías biológicas del envejecimiento

Una de las dificultades que presenta el avance de la comprensión de la vejez es la falta de una teoría que dé cuenta de todos los cambios que ocurren en el envejecimiento (Lemme, 2003; Michelitsch-Wang & Michelitsch, 2015). Según Michelitsch-Wang y Michelitsch toda teoría del envejecimiento tiene que responder las siguientes preguntas: por qué el envejecimiento es inevitable, cómo es que envejecemos y por qué tenemos un determinado límite a la longevidad.

En general, las teorías del envejecimiento se pueden agrupar en dos categorías: las teorías del envejecimiento programado y las del envejecimiento estocástico. Las primeras, también llamadas deterministas, consideran que el envejecimiento se encuentra programado por los mismos genes, por lo que es una extensión de los procesos del desarrollo, el cual comienza después de la madurez reproductiva. Las teorías estocásticas consideran que el efecto acumulado de las agresiones ambientales a nivel celular es responsable del envejecimiento (Lemme, 2003).

Características del envejecimiento

Cambios en el sistema nervioso

Algunos de los cambios reportados a nivel neurológico incluyen la pérdida de mielina, degeneración axonal progresiva de los nervios periféricos y disminución de la inervación periférica de los músculos esqueléticos, así como una reducción de la síntesis de neurotransmisores y un decrecimiento en el número de receptores; observándose cambios similares en el sistema nervioso periférico (Cefalu, 2011; de Jaeger, 2011; Román-Lapuente & Sánchez-Navarro, 1998).

Un factor importante a tomar en cuenta en los estudios neurológicos en adultos mayores es que las enfermedades neurodegenerativas pueden empezar mucho antes de que haya síntomas claros. Es posible que haya ancianos que obtengan puntajes dentro de lo normal para su rango de edad en pruebas neuropsicológicas de tamizaje y que, posteriormente, puedan manifestar algún tipo de demencia, ya que los signos iniciales pueden ser confusos y el diagnóstico puede ocurrir hasta que los síntomas son evidentes (Jagust, 2013).

Entre los hallazgos más consistentes, de acuerdo con Román-Lapuente y Sánchez-Navarro (1998), está el hecho de que el volumen cerebral, entre los 20 y 50 años, permanece estable; siendo a partir de la sexta década de vida que se empieza a observar una disminución del mismo, con pérdida de materias gris y blanca y aumento del volumen de líquido cefalorraquídeo.

No todo el cerebro se ve igual de afectado. En el cerebro de adultos mayores sin demencia se ha reportado disminución de la materia gris en el hipocampo y los lóbulos frontales (polo frontal, corteza orbitofrontal, corteza prefrontal dorsolateral, corteza motora primaria, corteza premotora) y partes de las áreas temporales (giro de Heschl), parietales (corteza somatosensorial primaria, corteza parietal superior) y occipitales (cisura calcarina); áreas relacionadas en su mayoría con las funciones ejecutivas y la memoria (Lázaro & Ostrosky-Solís, 2008). Todo esto concuerda con los datos reportados por algunas investigaciones (Allain *et al.*, 2005; Sorel & Pennequin, 2008); mientras que a nivel subcortical se aprecia disminución del volumen en el cerebelo y en los núcleos caudado y putamen.

Este proceso lleva al ensanchamiento de los surcos y al aumento de los ventrículos laterales y del tercer ventrículo, con dilatación de las astas frontales (Cefalu, 2011; Chee *et al.*, 2009; Lemaitre *et al.*, 2005; Román-Lapuente & Sánchez-Navarro, 1998; Smith *et al.*, 2007). En algunos estudios se han reportado diferencias entre hombres y mujeres en la pérdida de materia gris, pero otras investigaciones no han encontrado diferencias (Coffey *et al.*, 1998; Lemaitre *et al.*, 2005; Smith *et al.*, 2007).

En cuanto a las alteraciones en la materia blanca asociadas con el envejecimiento se ha encontrado que hay una disminución en el volumen de la misma, acompañada de una menor integridad microestructural de la sustancia blanca remanente, lo cual puede indicar pérdida de la cobertura de mielina (Marnier *et al.*, 2003). Adicionalmente se ha observado que la longitud de las fibras mielinizadas disminuye, sobre todo de las fibras más delgadas, siendo los haces más afectados el esplenio, el fascículo longitudinal superior y el fascículo occipitofrontal inferior (Sullivan, Adalsteinsson & Pfefferbaum, 2006).

Estas alteraciones en la materia blanca se han relacionado con la disminución en el grosor de la materia gris de las áreas que están conectadas por estas fibras, sobre todo en el hemisferio izquierdo y en regiones corticales anteriores (Kochunov *et al.*, 2007). También se ha encontrado que las alteraciones en la materia blanca anterior se relacionan con el desempeño de tareas relacionadas con el funcionamiento ejecutivo, la memoria, velocidad de procesamiento y habilidades visoespaciales (Voineskos *et al.*, 2012); mientras que la degradación de la materia blanca en áreas posteriores del cerebro se asoció con dificultades de inhibición y de alternancia entre tareas (Kennedy & Raz, 2009).

Funcionamiento cognitivo en los adultos mayores

Los adultos mayores son heterogéneos en su rendimiento cognitivo; algunas personas mayores tienen un rendimiento relativamente conservado, mientras que en otras se observa una disminución notable (Jagust, 2013). De acuerdo con Román-Lapuente y Sánchez-Navarro (1998) hay tres aspectos que dificultan la identificación de las características neuropsicológicas en la senectud: 1) diferenciación entre envejecimiento normal y patológico, 2) variabilidad interindividual, 3) extrapolación de resultados procedentes de sujetos lesionados adultos.

Se ha reportado que los ancianos presentan un enlentecimiento en el procesamiento de la información y un menor desempeño en tareas de inhibición, flexibilidad mental, planeación y alternancia; aunque esta disminución no es general y afecta más a las tareas complejas, como la planeación, mientras que en tareas más sencillas, como el seguimiento de instrucciones, su desempeño no se ve afectado (Allain *et al.*, 2005; Sorel & Pennequin, 2008). Se ha estudiado que los adultos mayores presentan cambios en la activación de áreas cerebrales en la ejecución de tareas ejecutivas y de memoria; estos cambios parecen representar tanto dificultades en la realización de esas tareas como compensaciones, ya que se activan áreas distintas (Cid-Fernández, Lindín y Díaz, 2014; Park *et al.*, 2009; Persson *et al.*, 2014; Zurrón *et al.*, 2014).

Factores protectores del funcionamiento cognitivo

Actividad y ejercicio en el adulto mayor

El nexo entre la actividad y un mejor funcionamiento durante el envejecimiento ha sido planteado por Lemon, Bengston y Peterson (1972), quienes mencionan que hay una relación positiva entre la actividad y el bienestar en la vejez. También se ha señalado que el nivel socioeconómico, el estilo de vida y la estimulación cognitiva que se haya tenido a lo largo de la vida van a influir en el desempeño cognitivo en la senectud (Bielak *et al.*, 2007).

Los datos actuales apuntan a una relación positiva entre la realización de actividades cotidianas, físicas, sociales y de ocio con un mejor funcionamiento cognitivo en la vejez; incluyendo una menor probabilidad de discapacidad y como un factor de protección contra la demencia (Ghisletta, Bickel & Lövdén, 2006; James *et al.*, 2011). Aunque no todos los estudios han encontrado esa relación (Aartsen *et al.*, 2002) y no todos los tipos de actividades que los adultos mayores realizan parecen tener el mismo impacto en el funcionamiento cognitivo (Hultsch *et al.*, 1999) o impactan las mismas funciones, por ejemplo, Ferreira y otros investigadores (2014) encontraron que los adultos mayores que realizaban con frecuencia actividades recreativas mentalmente desafiantes o complejas obtenían mejores puntajes en pruebas de razonamiento gramatical, memoria de trabajo visoespacial y memoria episódica.

Así mismo se han reportado diferencias entre géneros. Aartsen y colaboradores (2002) descubrieron una relación positiva entre el género y las actividades de la vida diaria, siendo las mujeres las que presentaban un mayor nivel de actividad; de igual forma un mayor nivel de educación y de habilidad funcional se relacionó con un mejor funcionamiento cognitivo; aunque no encontraron relación entre el funcionamiento social y las habilidades cognitivas. Por su parte, James e investigadores (2011) reportaron que las mujeres se mostraron más activas socialmente que los hombres y esta actividad social correlacionó, de forma positiva, con una menor reducción de las habilidades cognitivas durante un promedio de 5 años de seguimiento.

En relación con el ejercicio, Chang y demás investigadores (2011) hallaron que los adultos mayores con deterioro cognitivo se benefician de la práctica del tai chi, la cual muestra indicios de frenar el deterioro cognitivo. Por su parte, Taylor-Piliae y otros colaboradores (2010) manifestaron que los adultos mayores practicantes de tai chi presentan un mejor funcionamiento ejecutivo.

Napoli y demás estudiosos (2014) investigaron el efecto de la dieta y el ejercicio sobre el funcionamiento cognitivo, para ello sometieron a una muestra de adultos mayores con sobrepeso a un programa de dieta más ejercicio aeróbico o solo de ejercicio aeróbico y comprobaron que tanto el ejercicio como la dieta tienen un efecto beneficioso sobre el funcionamiento cognitivo. Esto es importante si se toma en cuenta que los adultos mayores con obesidad tienen un desempeño cognitivo más bajo que sus pares normopeso (Benito-León *et al.*, 2013) y son más propensos a padecer deterioro cognitivo (Hawkins *et al.*, 2014) y a desarrollar demencia tipo Alzheimer (Luchsinger & Gustafson, 2009).

Para explicar por qué la realización de actividades impacta en el funcionamiento cognitivo Hultsch y colaboradores (1999) proponen la hipótesis de la complejidad ambiental: los individuos en ambientes complejos (mayor demanda cognitiva) tendrán mejores habilidades cognitivas que aquellos expuestos a ambientes menos complejos (menor demanda cognitiva). Adicionalmente, Vemuri y otros investigadores (2014) indican que tanto la estimulación cognitiva que se ha tenido a lo largo de la vida como la que se tenga en la vejez tienen una influencia positiva en la cognición, aunque el impacto variará dependiendo de la función y del individuo; incluyendo factores genéticos, sociales, conductuales y ambientales.

Alimentación

En los adultos mayores la obesidad y alteraciones relacionadas con ella, como la diabetes tipo 2, la hiperinsulinemia y la resistencia a la insulina, se han relacionado con una mayor probabilidad de padecer deterioro cognitivo y demencia tipo Alzheimer (Luchsinger y Gustafson, 2009), lo cual destaca la importancia de la alimentación en mantener un buen funcionamiento cognitivo en los adultos mayores. Adicionalmente se ha investigado si algunos alimentos pudieran contribuir a mantener un buen funcionamiento cognitivo en la vejez.

Celestino-Soto, Salazar-González y Novelo-Huerta (2008) estudiaron a un grupo de 85 adultos mayores que asistían a dos comedores del gobierno. Les aplicaron el *Minimal State Examination* (MMSE) y el *Trail Making Test* y encontraron que a mayor edad menor desempeño cognitivo, a menor edad mejor desempeño cognitivo y buen estado de nutrición. También reportaron que un mejor desempeño cognitivo se asociaba a un adecuado consumo de vitaminas del complejo B, vitamina C y una mayor ingesta de energía (carbohidratos, proteínas). Maceira, Díaz y Cercós (2013) demostraron que los adultos mayores con deterioro cognitivo eran más propensos a presentar un alto grado de malnutrición.

Bailey y Arab (2012) mencionan que bajos niveles de vitamina B12 pueden incrementar el riesgo de que se presente deterioro cognitivo; mientras que escasos valores de vitamina D se han relacionado con un mayor riesgo de padecer demencia y deterioro cognitivo leve. Por otro lado, una dieta rica en ácidos grasos polinsaturados se ha relacionado con una menor probabilidad de padecer Alzheimer o deterioro cognitivo leve. Así mismo, Pérez y otros colaboradores (2012) mencionan que el consumo de antioxidantes y ácidos grasos polinsaturados se relaciona con una menor probabilidad de desarrollar demencia vascular.

Shatenstein y otros investigadores (2012), en un estudio con adultos mayores sanos, no encontraron relación entre la alimentación y la cognición de forma independiente; pero sí entre la alimentación y factores de riesgo de enfermedades crónicas que podían contribuir al deterioro cognitivo. La alimentación, la edad, el género, la participación social, el ingreso familiar y el uso regular de suplementos vitamínicos tuvieron impacto en la proporción de declive cognitivo.

Valls-Pedret y demás investigadores (2012) demostraron, en un estudio con adultos mayores sanos, que aquellos que consumían en forma regular la llamada dieta mediterránea (que incluye vegetales, fruta, pescado, ácidos grasos insaturados, aceite de olive y cantidades moderadas de vino; todos ellos alimentos ricos en antioxidantes y polifenoles) presentaban mejores puntajes en pruebas de funcionamiento cognitivo, incluyendo la memoria. El consumo de nueces se asoció con mejores puntajes de memoria de trabajo, mientras que el consumo de café se relacionó con mejores puntajes de memoria verbal; en general, el consumo de alimentos ricos en antioxidantes se correspondió con mejores puntajes en el funcionamiento cognitivo.

Conclusiones

En el trabajo se analizaron los cambios que acontecen en el sistema nervioso y el funcionamiento cognitivo de los ancianos así como los factores que lo afectan y los que contribuyen a conservarlo o fomentarlo en la vejez.

Al envejecer se experimentan numerosos cambios en el funcionamiento del sistema nervioso que dan como resultado una disminución del funcionamiento cognitivo que afecta al anciano en su funcionamiento cotidiano; no obstante, dicha disminución está influenciada por diversos factores relacionados con el estilo de vida de los individuos.

Es importante seguir estudiando los factores que afectan el funcionamiento cognitivo, ya que al incidir en ellos se puede retrasar el declive que afecta estas funciones en la vejez; lo cual, dado el ritmo al cual la población envejece, será necesario a fin de mejorar la calidad de vida de los adultos mayores.

Referencias bibliográficas

AARTSEN, M. J.; SMITS, C. H.; VAN TILBURG, T.; KNIPSCHER, K. C. & DEEG, D. J. 2002: Activity in older adults: cause or consequence of cognitive functioning? A longitudinal study on everyday activities and cognitive performance in older adults. *Journals of gerontology. Series B: psychological sciences and social sciences.* 57(2): 153-162.

- ALLAIN, P.; NICOLEAU, S.; PINON, K.; ETCHARRY-BOUYX, F.; BARRÉ, J.; BERRUT, G.; DUBAS, F. & LE GALL, D. 2005: Executive functioning in normal aging: A study of action planning using the Zoo Map Test. *Brain and cognition* 57(1): 4-7.
- BAILEY, R. & ARAB, L. 2012: Nutritional prevention of cognitive decline. *Advances in Nutrition: An International Review Journal* 3(5): 732-733.
- BATTY, G. D.; WENNERSTAD, K. M.; SMITH, G. D.; GUNNELL, D.; DEARY, I. J.; TYNELIUS, P. & RASMUSSEN, F. 2009: IQ in early adulthood and mortality by middle age: cohort study of 1 million Swedish men. *Epidemiology* 20(1): 100-109.
- BENITO-LEÓN, J.; MITCHELL, A. J.; HERNÁNDEZ-GALLEGO, J. & BERMEJO-PAREJA, F. 2013: Obesity and impaired cognitive functioning in the elderly: a population-based cross-sectional study (NEDICES). *European Journal of Neurology* 20(6), 899-e77.
- CEFALU, C. A. 2011: Theories and mechanisms of aging. *Clinics in geriatric medicine* 27(4): 491-506.
- CELESTINO-SOTO, M. I.; SALAZAR-GONZÁLEZ, B. C.; & NOVELO-HUERTA, H. I. 2008: Nutrición y desempeño cognitivo del adulto mayor. *Aquichan* 8(2): 159-169. Consulta: 12 oct 2015. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-59972008000200005&lng=en&tlng=es.
- CHANG, J. Y.; TSAI, P. F.; BECK, C.; HAGEN, J.; HUFF, D. C.; ANAND, K. J. S.; ROBERSON, P.; ROSENGREN, K.; BEUSCHER, L. 2011: The effect of tai chi on cognition in elders with cognitive impairment. *Medsurg Nursing* 20(2): 63.
- CHEE, M. W.; CHEN, K. H.; ZHENG, H.; CHAN, K. P.; ISAAC, V.; SIM, S. K.; LISA, Y. M.; MARÍA, S.; BRUCE, F. & NG, T. P. 2009: Cognitive function and brain structure correlations in healthy elderly East Asians. *Neuroimage* 46(1): 257-269.
- CHEN, X.; SACHDEV, P. S.; WEN, W. & ANSTEY, K. J. 2007: Sex differences in regional gray matter in healthy individuals aged 44–48 years: a voxel-based morphometric study. *Neuroimage* 36(3): 691-699.

- CID-FERNÁNDEZ, S.; LINDÍN, M. & DÍAZ, F. 2014: Effects of aging and involuntary capture of attention on event-related potentials associated with the processing of and the response to a target stimulus. *Frontiers in Human Neuroscience* 8(745): 10-3389.
- COFFEY, C. E.; LUCKE, J. F.; SAXTON, J. A.; RATCLIFF, G.; UNITAS, L. J.; BILLIG, B. & BRYAN, R. N. 1998: Sex differences in brain aging: a quantitative magnetic resonance imaging study. *Archives of Neurology* 55(2): 169-179.
- DE JAEGER, C. 2011: Fisiología del envejecimiento. *EMC-Kinesiterapia-Medicina Física* 32(3): 1-8.
- DOBRIANSKY, P. J.; SUZMAN, R. M. & HODES, R. J. 2007: Why population aging matters: A global perspective. National Institute on Aging; National Institutes of Health; US Department of Health and Human Services; US Department of State. Consulta: 7 sept 2014. Disponible en: <http://www.nia.nih.gov/sites/default/files/WPAM.pdf>
- FERREIRA, N.; OWEN, A.; MOHAN, A.; CORBETT, A. & BALLARD, C. 2014: Associations between cognitively stimulating leisure activities; cognitive function and age-related cognitive decline. *International journal of geriatric psychiatry* 30(4): 422-430.
- GALLACHER, J.; BAYER, A.; DUNSTAN, F.; YARNELL, J.; ELWOOD, P. & BEN-SHLOMO, Y. 2009: Can we understand why cognitive function predicts mortality? Results from the Caerphilly Prospective Study (CaPS). *Intelligence* 37(6): 535-544.
- GHISLETTA, P.; BICKEL, J. F. & LÖVDÉN, M. 2006: Does activity engagement protect against cognitive decline in old age? Methodological and analytical considerations. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences* 61(5): 253-261. Consulta: 5 enero 2015. Disponible en: <http://psychsocgerontology.oxfordjournals.org/>
- HAWKINS, M. A.; GUNSTAD, J.; DOLANSKY, M. A.; REDLE, J. D.; JOSEPHSON, R.; MOORE, S. M. & HUGHES, J. W. 2014: Greater body mass index is associated with poorer cognitive functioning in male heart failure patients. *Journal of cardiac failure* 20(3): 199-206.

- HULTSCH, D. F.; HERTZOG, C.; SMALL, B. J. & DIXON, R. A. 1999: Use it or lose it: engaged lifestyle as a buffer of cognitive decline in aging? *Psychol Aging* 14: 245-263.
- JAMES, B. D., WILSON, R. S., BARNES, L. L., & BENNETT, D. A. 2011: Late-life social activity and cognitive decline in old age. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17(06), 998-1005.
- JAGUST, W. 2013: Vulnerable neural systems and the borderland of brain aging and neurodegeneration. *Neuron* 77(2): 219-234.
- KENNEDY, K. M. & RAZ, N. 2009: Aging White Matter and Cognition: Differential Effects of Regional Variations in Diffusion Properties on Memory, Executive Functions and Speed. *Neuropsychologia* 47(3): 916–927.
- KIRKWOOD, T. B. 2005: Understanding the odd science of aging. *Cell* 120(4): 437-447.
- KOCHUNOV, P.; THOMPSON, P. M.; LANCASTER, J. L.; BARTZOKIS, G.; SMITH, S.; COYLE, T.; ROYAL, D. R.; LAIRD, A. & FOX, P. T. 2007: Relationship between white matter fractional anisotropy and other indices of cerebral health in normal aging: tract-based spatial statistics study of aging. *Neuroimage* 35(2): 478-487.
- LÁZARO, J. C. F. & OSTROSKY-SOLÍS, F. 2008: Neuropsicología de lóbulos frontales, funciones ejecutivas y conducta humana. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias* 8(1): 47-58.
- LEMME, B. H. 2003: *Desarrollo en la edad adulta*. José Luis Núñez Herrejpon (Tr.). Manual Moderno, México D. F.
- LEMON, B. W.; BENGTON, V. L. & PETERSON, J. A. 1972: An exploration of the activity theory of aging: activity types and life satisfaction among in-movers to a retirement community. *Journal of gerontology* 27: 511-523. Consulta: 28 abril 2015. Disponible en: <http://geronj.oxfordjournals.org/>.
- LEMAITRE, H.; CRIVELLO, F.; GRASSIOT, B.; ALPÉROVITCH, A.; TZOURIO, C. & MAZOYER, B. 2005: Age-and sex-related effects on the neuroanatomy of healthy elderly. *Neuroimage* 26(3): 900-911.

- LUCHSINGER, J. A. & GUSTAFSON, D. R. 2009: Adiposity; type 2 diabetes and Alzheimer's disease. *Journal of Alzheimer's disease: JAD* 16(4): 693-704.
- MACEIRA, A. D.; DÍAZ, C. D. & CERCÓS, C. L. 2013: Estado nutricional de ancianos con deterioro cognitivo. *International Journal of Developmental and Educational Psychology: INFAD. Revista de Psicología* 1(2): 297-310.
- MARNER, L.; NYENGAARD, J. R.; TANG, Y. & PAKKENBERG, B. 2003: Marked loss of myelinated nerve fibers in the human brain with age. *Journal of Comparative Neurology* 462(2): 144-152.
- MICHELITSCH-WANG, J. & MICHELITSCH, T. 2015: Traditional aging theories: which ones are useful?
- NAPOLI, N.; SHAH, K.; WATERS, D. L.; SINACORE, D. R.; QUALLS, C.; & VILLAREAL, D. T. 2014: Effect of weight loss, exercise, or both on cognition and quality of life in obese older adults. *The American journal of clinical nutrition* 100(1): 189-198.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 2015: Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud. Consulta: 13 enero 15 Disponible en: <http://www.who.int/ageing/publications/world-report-2015/es/>.
- PÉREZ, L.; HELM, L.; SHERZAI, A. D.; JACELDO-SIEGL, K. & SHERZAI, A. 2012: Nutrition and vascular dementia. *The journal of nutrition, health & aging* 16(4): 319-324.
- PERSSON, J.; PUDAS, S.; NILSSON, L. G. & NYBERG, L. 2014: Longitudinal assessment of default-mode brain function in aging. *Neurobiology of aging* 35(9): 2 107-2 117.
- PARK, D. C.; POLK, T. A.; HEBRANK, A. C. & JENKINS, L. J. 2009: Age differences in default mode activity on easy and difficult spatial judgment tasks. *Frontiers in human neuroscience*. 3(75).
- ROMÁN-LAPUENTE, F. & SÁNCHEZ-NAVARRO, J. P. 1998: Cambios neuropsicológicos asociados al envejecimiento normal. *Anales de Psicología* 14(1): 27-43. Consulta: 28 enero 15. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10201/10150>.

- SHATENSTEIN, B.; FERLAND, G.; BELLEVILLE, S.; GRAY-DONALD, K.; KERGOAT, M. J.; MORAIS, J.; GAUDREAU, P.; PAYETTE, H. & GREENWOOD, C. 2012: Diet quality and cognition among older adults from the NuAge study. *Experimental gerontology* 47(5): 353-360.
- SMITH, C. D.; CHEBROLU, H.; WEKSTEIN, D. R.; SCHMITT, F. A. & MARKESBERY, W. R. 2007: Age and gender effects on human brain anatomy: a voxel-based morphometric study in healthy elderly. *Neurobiology of aging* 28(7): 1 075-1 087.
- SOREL, O. & PENNEQUIN, V. 2008: Aging of the planning process: the role of executive functioning. *Brain and cognition* 66(2): 196-201.
- SULLIVAN, E. V.; ADALSTEINSSON, E. & PFEFFERBAUM, A. 2006: Selective age-related degradation of anterior callosal fiber bundles quantified in vivo with fiber tracking. *Cerebral Cortex* 16(7): 1 030-1 039.
- TAYLOR-PILIAE, R. E.; NEWELL, K. A.; CHERIN, R.; LEE, M. J.; KING, A. C. & HASKELL, W. L. 2010: Effects of Tai Chi and Western Exercise on Physical and Cognitive Functioning in Healthy Community-Dwelling Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity* 18(3): 261–279.
- VALLS-PEDRET, C.; LAMUELA, R. M.; MEDINA, A.; QUINTANA, M.; CORELLA, D.; PINTÓ, X. & ROS, E. 2012: Polyphenol-rich foods in the Mediterranean diet are associated with better cognitive function in elderly subjects at high cardiovascular risk. *Journal of Alzheimer's Disease* 29(4): 773-782.
- VEMURI, P.; LESNICK, T. G.; PRZYBELSKI, S. A.; MACHULDA, M.; KNOPMAN, D. S.; MIELKE, M. M.; ROSEBUD, O. R.; GEDA, Y. E.; ROCA, W. A.; PETERSEN, R. C. & JACK, C. R. 2014: Association of lifetime intellectual enrichment with cognitive decline in the older population. *JAMA neurology* 71(8): 1 017-1 024.
- VOINESKOS, A. N.; RAJJI, T. K.; LOBAUGH, N. J.; MIRANDA, D.; SHENTON, M. E.; KENNEDY, J. L.; KENNEDY, J. L.; POLLOCK, B. G.; MULSANT, B. H. 2012: Age-related decline in white matter tract integrity and cognitive performance: A DTI tractography and structural equation modeling study. *Neurobiology of Aging* 33(1): 21–34.

WILSON, R. S.; BARNES, L. L.; DE LEÓN, C. F. M. & EVANS, D. A. 2009: Cognition and survival in a biracial urban population of old people. *Intelligence* 37(6): 545-550.

ZURRÓN, M.; LINDÍN, M.; GALDO-ÁLVAREZ, S. & DÍAZ, F. 2014: Age-related effects on event-related brain potentials in a congruence/incongruence judgment color-word Stroop task. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 6(128): 10-3389.