

La evaluación neuropsicológica de la atención.

Autor: Msc. Yurelis Ginarte Arias.

Lic. Psicología.

Centro de Investigaciones sobre Envejecimiento, Longevidad y Salud (CITED).

Calle G y 27, Vedado, Municipio Plaza de la Revolución.

CP 10400.

geroinfo@infomed.sld.cu

Resumen

La atención ha sido uno de los procesos neurocognitivos que durante los últimos años ha constituido objeto de investigación en el contexto de la Neurociencias. La presente revisión tiene como finalidad relacionar, desde la óptica del Enfoque del Procesamiento de la Información, los diferentes mecanismos atencionales, tipos de atención y paradigmas de investigación que han sido desarrollados en los diferentes modelos teóricos propuestos. Se analiza la atención concebida como mecanismo de selección, alerta y de capacidad limitada; se expone el modelo de las redes atencionales elaborado por M. I Posner el cual ha podido adecuadamente relacionar los sistemas atencionales con sus sustratos neurales y moleculares incluyendo los más recientes estudios genético – moleculares. En el estudio de la atención se han desarrollado múltiples modelos teóricos los cuales se inspiran en la idea de concebir la atención como un mecanismo de alerta, selección o capacidad limitada. El modelo de los sistemas atencionales propuesto por M.I. Posner constituye un paradigma en la actualidad, integra en una teoría única las diferentes concepciones sobre la atención, nos proporciona un conocimiento sólido sobre sus bases neurales basado en los más recientes estudios de neuroimágenes funcionales; aporta información sobre las bases moleculares y genéticas de la atención, sobre su evolución durante el neurodesarrollo, así como también nos ofrece un test (el ANT) válido y confiable para su evaluación. Estos conocimientos son indispensables para el desarrollo de la neuropsicología en el campo de la geriatría y gerontología.

Palabras claves: Neuropsicología de la atención, atención, cognición, neuropsicología, neurociencia cognitiva, neuropsicología cognitiva, sistemas atencionales.

Introducción

Desde los tiempos de Wilhen Wundt en 1879 hasta la actualidad la atención ha sido uno de los temas más debatidos dentro de la Psicología. El desarrollo alcanzado por la Psicología Cognitiva y la Neuropsicología Cognitiva han logrado enriquecer notablemente el conocimiento sobre los mecanismos de procesamiento y bases neurales implicadas en tan compleja función cerebral.

La Psicología Cognitiva, por su parte, ha aportado múltiples modelos teóricos que explican cómo opera la atención en los sujetos sanos mientras que la Neuropsicología Cognitiva, nutrida del marco teórico y experimental que le proporciona la Psicología Cognitiva, busca explicar cómo opera la cognición de los sujetos con lesiones o disfunciones cerebrales basada en estos modelos de procesamiento cognitivo normal.

Unido al desarrollo e interacción que se ha logrado entre ambas disciplinas científicas, otro factor que ha permitido profundizar no sólo en las etapas por las que atraviesa el funcionamiento cognitivo sino también en el conocimiento de sus bases neurales, ha sido el desarrollo alcanzado en las técnicas de neuroimágenes (FMRI, PET, SPET) las cuales contribuyen a estudiar qué redes neurales se activan ante la realización de determinadas tareas cognitivas.

La atención ha sido abordada desde los variados enfoques existentes dentro la Psicología Cognitiva (Escuela Sociocultural de Vigostki, Escuela Genética de Piaget, Enfoque del Procesamiento de la Información); sin embargo ha sido este último el que se ha convertido en el paradigma dominante en los estudios cognitivos, es por ello que al abordar el tema de la atención nos referiremos a las investigaciones realizadas desde la perspectiva de la Teoría del Procesamiento de la Información.

Desde el Enfoque del Procesamiento de la Información se ha planteado que la atención puede ser concebida como mecanismo de alerta, de selección y de recursos limitados [1], los cuales están estrechamente relacionados de modo que, la atención puede ser definida como un

sistema de capacidad limitada que realiza operaciones de selección cuya disponibilidad o estado de alerta fluctúa considerablemente.

Desarrollo

La atención como mecanismo de alerta.

La atención es concebida como un mecanismo endógeno de alerta la cual es una disposición general del organismo para procesar información. Estos estados de alerta se caracterizan por fluctuar considerablemente presentando oscilaciones rápidas o lentas y se dividen en: alerta fásica (oscilaciones rápidas) y alerta tónica (oscilaciones lentas). La alerta fásica es un estado transitorio de preparación para procesar un estímulo en una situación específica, se ha denominado en ocasiones atención de preparación, ha sido estudiada mediante registros electrofisiológicos[1] y el paradigma de tiempo de reacción simple con señal de aviso antes de la presentación del estímulo target; es decir, involucra la atención durante el período de tiempo que transcurre entre la señal de aviso y la presentación del estímulo.

La alerta tónica supone cambios mucho más lentos en la disponibilidad del organismo para procesar estímulos, en ocasiones se le ha denominado vigilancia y está estrechamente ligada a procesos de mantenimiento o sostenimiento de la atención (atención sostenida) en las que el sujeto debe focalizar y mantener la atención durante largos períodos de tiempo. El paradigma típico para su evaluación es el denominado CPT (Tareas de ejecución continua). Los resultados habituales indican una caída en el rendimiento de la tarea una vez transcurridos 10 minutos aproximadamente. Este es un fenómeno normal que ocurre en la mayoría de los sujetos y ha sido denominado función de decremento o decremento de la vigilancia, expresada como una caída en la curva atencional ante tareas monótonas y repetitivas [1,2,3,4,5,6,7,8,9].

El decremento de la vigilancia es uno de los índices más utilizados para analizar el rendimiento en la ejecución de este tipo de tarea, indica el declive en el número de señales correctamente detectadas a través del tiempo. En los sujetos que presentan dificultades en la

atención sostenida esta función aparece mucho más temprano, se observa un incremento de errores por omisiones (estímulos target que no son detectados) así como una disminución del número de respuestas correctas durante la ejecución de la tarea.

Hasta la actualidad se han propuesto varios modelos teóricos que explican los mecanismos de la atención sostenida (Teoría de la expectativa, Teoría de la tasa de observación provocada, Teoría de la detección de señales, Teoría de la excitación, Teoría basada en la habituación[10]; sin embargo, cada una de ellas se centra en aspectos distintos del problema (unas teorías hacen énfasis en aspectos cognitivos y otras en aspectos neurofisiológicos) por lo que no ofrecen una explicación global y totalmente satisfactoria de los fenómenos que se ponen en juego durante la vigilancia o atención sostenida.

La atención como mecanismo de selección.

La atención como mecanismo de selección constituye un sistema de control activo que le permite al sujeto realizar operaciones de selección y tomar una decisión ante la entrada de información. El sujeto puede seleccionar una fracción relevante de todos los mensajes que llegan y procesarla intensamente, mientras que el resto de la información (irrelevante) quedaría amortiguada y recibiría un procesamiento mínimo o nulo, es por ello que en este sentido ha sido denominada como atención selectiva. Bajo esta óptica han sido elaborados los llamados Modelos de filtro pre- categorial (Modelo de Broadbent, 1958; Modelo de Treisman, 1969) y post- categorial (Modelo Deutsch y Deutsch, 1963; Modelo de Norman, 1968)(1) los cuales enfatizan en el carácter selectivo de la atención y cuyo mecanismo básico sería el filtro o selector de información. Estos modelos utilizan como método el paradigma de escucha dicótica el cual pone en evidencia el carácter selectivo de la atención ya que se puede procesar perfectamente uno de los dos mensajes (el del oído atendido); aunque los mensajes irrelevantes (del oído no atendido) no son totalmente eliminados, pues reciben algún tipo de procesamiento, al menos de sus propiedades sensoriales. Los modelos de filtro son modelos estructurales y han

perdido vigencia en la actualidad, entraron en crisis debido a su concepción ingenua y mecanicista del procesamiento de la información, pues operan exclusivamente guiados por los datos y en realidad la selección de información es un proceso interactivo que depende del análisis de las propiedades de la información de entrada y de las expectativas del sujeto, que por tanto, no requiere de un dispositivo específico de filtro[1].

La atención selectiva ha sido estudiada no sólo desde la modalidad auditiva (paradigma de escucha dicótica) sino también desde la modalidad visual (Modelo de foco de luz de Eriksen y Eriksen, 1974; Modelo de lente zoom de Eriksen y St James, 1986; Modelo de la Analogía del spotlight o reflector de Posner, 1980). En este sentido ha sido ampliamente utilizado el paradigma de aviso espacial de Posner [11,12,13,14,15] el cual permite estudiar la atención selectiva espacial y consiste en la presentación de una señal de aviso indicando en qué lugar del espacio visual se presentará el blanco al cual la persona deberá atender, o sea, dirigirá la atención hacia la localización avisada. Esta tarea puede ser manipulada con la presentación de avisos válidos (el estímulo aparece en el lugar avisado) y avisos no válidos (el estímulo aparece en una localización que no es la avisada), en este caso el sujeto tiene que desenganchar la atención de la localización avisada para focalizarla en un nuevo lugar del espacio visual.

Además de la atención selectiva espacial, también ha sido estudiada la atención selectiva a propiedades del objeto (Teoría de la integración de rasgos o características de Treisman y Gelade, 1982; Modelo de Duncan, 1984)[16] y se ha explorado a través de diferentes tareas de búsqueda visual de estímulos con determinadas propiedades.

La atención como mecanismo de capacidad limitada.

La atención como mecanismo de capacidad limitada plantea que no podemos realizar eficazmente dos tareas complejas al mismo tiempo las cuales demanden atención, y cuando lo hacemos nuestros recursos atencionales limitados tendrían que distribuirse entre ellas y por tanto se producirían interferencias y bajo rendimiento afectando la realización de una de ellas.

Sólo podemos realizar dos tareas simultáneamente cuando una de ellas se realiza de manera automática (no consume atención) y así queda disponible para utilizarse en la otra tarea.

Desde esta óptica se desarrollaron los Modelos de recursos limitados (Modelo de Kaheman, 1973; Modelo de Norman y Babrow, 1975; Modelo de Navon y Gopher, 1979)[1] los cuales consideran la atención como un sistema de recursos limitados que se distribuyen entre las tareas u operaciones mentales concurrentes. Estos modelos usan como método el paradigma de atención dividida o de doble tarea en el cual se le pide al sujeto que realice dos tareas simultáneamente, de esta forma, el grado de deterioro en el rendimiento de una de ellas se considera como un indicio de la demanda de atención de la otra tarea. Bajo este paradigma también se diseñan tareas en las que el sujeto debe responder simultáneamente a un doble estímulo poniendo en marcha una doble activación, como por ejemplo en las tareas con interferencia como la tarea de Stroop, el Trial Making Test, la Tarea dual.

La atención visual es la modalidad mayormente investigada, el interés por su estudio no ha sido sólo teórico sino también desde el punto de vista clínico pues numerosas enfermedades se acompañan de trastornos de atención, por ejemplo: estados confusionales, traumatismos craneoencefálicos, demencias, epilepsia, enfermedades cerebro vasculares, esquizofrenia, entre otras). Hasta el momento actual los diferentes modelos teóricos que se han desarrollado para el abordaje de la atención han sentado sus bases en considerarla como un mecanismo de alerta, de selección o de recursos limitados y en los últimos años múltiples modelos teóricos han sido desarrollados [17]; sin embargo ha sido el Modelo de Posner[11,12,13,14,15] uno de los que mayor impacto ha logrado y se ha convertido en el paradigma de varios estudios neurocognitivos sobre la atención, además del generalizado uso que ha tenido en la práctica clínica. Durante los últimos años varias investigaciones “[18,19,20,21,22,23,24,25,26,27] parten del Modelo de Posner para investigar en el tema de la atención y se han realizado algunos estudios aplicados a patologías como: Trastorno de atención con y sin hiperactividad, Esquizofrenia, Alzheimer, Trastorno de personalidad borderline, Autismo, Parkinson, etc.

Modelo de las redes atencionales de M.I. Posner. Bases neurales y moleculares.

El modelo de las redes atencionales de Posner logra explicar los diferentes tipos de atención e integra en una teoría única las concepciones de la atención como mecanismo de alerta, de selección y de recursos limitados que han sido aisladamente estudiadas en los diferentes modelos teóricos ofrecidos por otros autores; además nos proporciona un conocimiento sólido sobre las bases neurales de la atención basado en los más recientes estudios de neuroimágenes funcionales; aporta información sobre las bases moleculares y genéticas de la atención, sobre su evolución durante el neurodesarrollo, así como también nos ofrece un test (el ANT) válido y confiable para su evaluación.

Este modelo plantea que existen tres redes o sistemas atencionales definidos anatómica y funcionalmente a través de los datos aportados por estudios de neuroimágenes funcionales relacionadas a eventos, estas son:

- Alerta
- Orientación
- Atención ejecutiva.

La red de alerta permite alcanzar y mantener un estado de alta sensibilidad a la entrada de los estímulos, ha sido asociado a la activación de regiones frontales y parietales del hemisferio derecho y el locus coeruleus. Las tareas de ejecución continua y vigilancia activan diferentes niveles de alerta. Estudios neurofuncionales involucran al circuito fronto parietal derecho como sustrato neural de la atención sostenida[28]. En un estudio de FMRI ante una tarea de ejecución continúa [29] se evidenció la activación de corteza prefrontal dorsolateral y frontal media del hemisferio derecho además del tálamo y los ganglios basales. Por su parte Lawrence [30] constató la activación de regiones parietales y frontales derechas ante la realización de tales tareas. Esta red o sistema atencional ha sido relacionado con la actividad noradrenérgica. Para la manipulación de los niveles de alerta se han usado las señales de aviso antes del blanco y se piensa que la influencia de la señal de aviso sobre el nivel de alerta ocurra debido a la

modulación de la actividad neural por el sistema neurotransmisor de la norepinefrina [31]. Estudios en monos sugieren que el nivel de alerta producido por la señal de aviso puede ser eliminado con drogas que bloquean la noradrenalina. Dificultades en este tipo de atención han sido consistentemente reportadas en diversas patologías como, TDAH, niños con hipotiroidismo congénito [7], pacientes en la fase preclínica de la enfermedad de Alzheimer [28], niños con epilepsia[32], estados confusionales, traumatismos craneoencefálicos, etc.

El sistema de orientación permite dirigir nuestra atención hacia la fuente de la señal sensorial, es decir, posibilita orientarnos espacialmente hacia la localización del estímulo. La orientación para los eventos visuales ha sido asociada a áreas cerebrales posteriores incluyendo el lóbulo parietal superior, la unión temporal – parietal, campos oculares frontales y el colículo superior. En un estudio realizado [11] utilizando imágenes de resonancia magnética funcional relacionada a eventos se confirmó que el lóbulo parietal superior está asociado con la orientación siguiente a la presentación de la señal y cuando la persona tiene que desenganchar la atención para moverla hacia una nueva localización se activa la unión parietal – temporal superior. El paradigma de aviso espacial ha sido usado para investigar esta red. Este sistema atencional está modulado por la actividad del sistema colinérgico. Se ha demostrado que lesiones del sistema colinérgico y drogas que bloquean la transmisión de acetilcolina tienen efectos sobre la orientación de la atención visual en monos [11].

Lesiones en esta unión han sido consistentemente relacionadas con dificultades en la orientación de la atención en el espacio. Muy representativo de dificultad en la atención selectiva espacial ha sido el síndrome neuropsicológico denominado negligencia atencional en el cual los pacientes ignoran y no atienden al hemicampo visual contralateral a la lesión que presentan generalmente en el hemisferio derecho, lo cual los hace incapaces de orientar selectivamente su atención hacia el hemicampo visual izquierdo. En la esquizofrenia también ha sido reportado un déficit en atención selectiva [33].

La atención ejecutiva es aquella dirigida al control atencional de la acción incluyendo

respuestas a nuevos eventos, resolución de conflictos e inhibición de respuestas automáticas. En sus bases neurales están implicadas el cíngulo anterior, área prefrontal lateral ventral y los ganglios basales. Ha sido estudiada por tareas que incluyen conflictos e implican determinado esfuerzo mental como por ejemplo la tarea de Stroop la cual se ha demostrado que activa el cíngulo anterior (fronto medial) y la corteza lateral prefrontal [34,35,36,37]. Recientemente se ha demostrado que la tarea de flancos desarrollada por Ericksen, la cual incluye conflictos cognitivos entre un blanco central y flancos circundantes que pueden ser congruentes o incongruentes con él, activa áreas que incluyen la red de atención ejecutiva [34,35,36,37]. Este sistema está relacionado con la actividad dopaminérgica ya que las áreas que lo componen son muy ricas en dopamina (cíngulo anterior y corteza prefrontal). Lesiones en el cuerpo y en las terminales de neuronas dopaminérgicas, localizadas en la corteza prefrontal, provocan déficit en tareas de atención ejecutiva[11,31].

Posner en sus estudios propone El Attentional Network Test (ANT)[1] como instrumento para evaluar el funcionamiento de estas redes atencionales. Incluye en una única tarea la evaluación de las tres redes, es simple y con sólo 30 minutos de duración puede ser usado para obtener una medida de la eficiencia de cada una de ellas; está programado para los estudios con resonancia magnética funcional relacionada a eventos, existe una versión para adultos y otra para niños que puede ser aplicable desde los 4 años de edad, tiene una alta confiabilidad test- retest ; ha permitido probar, además de la eficiencia la independencia de cada una de las redes. La versión para niños ha permitido encontrar claras diferencias en el desarrollo de las redes atencionales entre 6 y 10 años y entre este período y la adultez [11,31,37].

El ANT permite indicar cuál de las redes pudiera estar funcionando anormalmente en los desórdenes atencionales que se pueden encontrar en la práctica clínica; ha permitido realizar estudios en los que éstas se relacionan con la actividad de neurotransmisores específicos; puede ser usado como medida de la influencia de intervenciones conductuales y farmacológicas sobre cada una de ellas; se ha mostrado estable dentro de los sujetos adultos normales y no

detecta diferencias entre hembras y varones.

Los recientes esfuerzos por estudiar las bases genéticas moleculares de las funciones psíquicas superiores en su mayoría han estado carentes de apropiados fenotipos para describir la cognición porque una función cognitiva puede estar relacionada con varias redes anatómicas y en estos esfuerzos se han usado tareas que no distinguen las diferentes funciones de la atención y sus respectivas bases neurales.

Es conocido que cada una de las redes depende de un neuromodulador particular y existen evidencias de que daños a partes del cerebro que contienen estas redes o a los neuromoduladores incluidos pueden producir déficit neurológicos o psiquiátricos específicos como por ejemplo el Parkinson , la Esquizofrenia, et.. y muchas de estas enfermedades han mostrado patrones familiares de herencia.

Existen evidencias de que algunos tipos de variaciones en la atención en sujetos normales y en poblaciones de pacientes incluyen variaciones genéticas, por ejemplo: estudios usando una tarea CPT han mostrado que el componente de detección de la señal tiene un determinado carácter hereditario entre sujetos normales[31,34,38]. En un estudio de personas portadoras del gen asociado a la enfermedad de Alzheimer quienes eran asintomáticos pero con riesgo de padecer la enfermedad mostraron tener un déficit específico en la orientación de la atención visual semejante al que presentan los pacientes con dicha enfermedad [38]. Otros estudios usando medidas endofenotípicas de atención han asociado variaciones genéticas en el gen drd 4 con la presencia de déficits atencionales

Fan y Posner [31] realizaron un estudio en el que utilizaron la información anatómica brindada por el ANT para definir endofenotipos apropiados para estudios genéticos de la atención en el cual encontraron que sólo la red de atención ejecutiva es apropiada para el uso en estudios de genética molecular la cual mostró los más altos valores al determinar la hereditabilidad. Al estar la red de atención ejecutiva relacionada con la activación de áreas fuertemente moduladas por la dopamina es importante examinar aquellos genes que modulan la

dopamina; específicamente el drd 4 y el MAOA receptor de la dopamina han sido asociados con variaciones en el funcionamiento de la red de atención ejecutiva en sujetos normales[31,34,38]. El drd 4 ha sido asociado a trastornos en esta red, por ejemplo en el déficit de atención con hiperactividad. Es decir, los hallazgos demuestran que los genes incluidos en la modulación de la ejecución conductual influyen en la activación cerebral de un nodo de la red que mediatiza esa ejecución.

Conclusiones.

El modelo de los sistemas atencionales propuesto por M.I.Posner constituye un paradigma en la actualidad, el cual permite relacionar los distintos tipos de atención con sus bases neurales y moleculares específicas. El uso de métodos neuroimagenológicos como la resonancia magnética funcional unida a la realización de tareas atencionales ha constituido una eficaz vía para el estudio de las bases neurales de la atención.

El ANT constituye un instrumento válido y confiable para evaluar el funcionamiento de estas redes en la práctica clínica y en la investigación. La utilización del ANT como un endofenotipo genético puede permitir la realización de futuras investigaciones que tracen diferencias en el desarrollo de la red ejecutiva en diferentes genotipos; al tiempo que puede posibilitar que se implementen programas de entrenamiento para influir en la velocidad de desarrollo de la red, aplicar estos programas a niños con diferentes genotipos y así estudiar específicamente la interacción de la genética y el ambiente.

Investigar si variaciones en un gen particular correlacionan con variaciones conductuales, estructura cerebral y actividad cerebral constituye uno de los problemas que se plantean las Neurociencias en la actualidad. La combinación de estudios genético-moleculares, de neurimágenes funcionales y de medidas conductuales pueden permitir la construcción de mapas de las variaciones genéticas de la atención ejecutiva y otras funciones cognitivas, que propiciarían el desarrollo de la neuropsicología en geriatría.

Referencias Bibliográficas.

- 1-Manuel De Vega. Introducción a la Psicología Cognitiva. Madrid: Alianza Editorial; 1994.
- 2-Cantero J L. Coherencia de la actividad alfa: un índice electrofisiológico de la caída del nivel de alerta en sujetos humanos. Sevilla: Universidad de Sevilla; 1999.
- 3- Chóliz M. Efecto de la privación parcial del sueño en la capacidad para mantener el nivel de alerta en una tarea de vigilancia. Valencia: Universidad de Valencia; 1999.
- 4-Esteban M C. Realización de una actividad adicional durante la ejecución de una tarea monótona. Efecto sobre el esfuerzo mental. Valencia: Universidad de Valencia; 1999.
- 5-Estévez González A, García Sánchez C, Junqué C. La atención: una compleja función cerebral. Rev Neurol 1997; 25:1989-1997.
- 6-Letros L. Atención visual sostenida y regularidad: el decremento de la vigilancia como habituación al estímulo. Compostela: Universidad de Santiago de Compostela; 1999.
- 7-Torres y Alvarez. Creación de dos pruebas neurocognitivas para evaluar trastornos subclínicos de la atención sostenida en niños. Trabajo de Diploma. Facultad de Psicología. Universidad de La Habana; 2002.
- 8--Gómez Iñiguez C (1999). Un estudio experimental de la función de decremento en tareas de nivel diferente de dificultad. Valencia: Universidad de Valencia; 1999.
- 9-Colectivo de autores de Centro de Neurociencias de Cuba (1996). Diagnóstico Neuropsicológico Automatizado DIANA. La Habana: Centro de Neurociencias de Cuba; 1996.
- 10-Yankovic N. Atención. Concepción: Universidad de Concepción; 2000.
- 11-Posner M I, Rothbart M K. Attention, self regulation and consciousness. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 1998; 353: 1915-27.
- 12-Posner M I, Rothbart M K, Digirolamo G J. Development of brain networks for orienting to novelty. Zh Vyssh Nerv Dejatel'nost' 1999; 49: 715-22.
- 13-Posner M I. Convergence of psychological and biological development. Dev Psychobiol

2002; 40(3): 339-43.

14- Posner M I, Charles Gilbert. Attention and primary visual cortex. *Neurosci PNAS* 1999; 96(6): 2585-2587.

15-Posner M I. Developing brains: the work of the Sackler Institute. *Clinical Neurosci Research* 2001; 1: 258-266.

16- Treisman A. Perceptual grouping and attention in visual search for features and for objects. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance* 1982; 8: 194-214.

17- Mesulam M M. Large -scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language and memory. *Ann Neurol* 1991; 28: 597-613.

18-Fernández Duque D, Baird J. A, Posner M I (1997). Relating the mechanism of orienting and alerting. *Neuropsychology* 1997; 35: 477-86.

19- Swanson J et al. Attention deficit hiperactivity disorder children with a 7 repeat allele of the dopamine receptor D4 gene have extreme behavior but normal performance on critical neuropsychological test of attention. *Proc Natl Acad Sci USA* 2000; 97(9): 4754 -9.

20-Berger A, Posner M I. Pathologies of brain attentional networks. *Neurosci Biobehav Rev* 2000; 24(1): 3-5.

21- Sohlberg M M, Mc Laughlin K A, Pavese A, Heidrich A, Posner M I (2000). Evaluation of attention process training and brain injury education in persons with acquired

22-García Ogueta M I (2001). Mecanismos atencionales y síndromes neuropsicológicos. *Rev Neurol* 2001; 32: 463-7.

23-Ollari J A (2001). Sistemas atencionales y negligencia unilateral. *Rev Neurol* 2001;

24- Allegri R F, Harris P. La corteza prefrontal en los mecanismos atencionales y la memoria. *Rev Neurol* 2001; 32(10): 449-453.

25- Allegri R F. Atención y negligencia: bases neurológicas, evaluación y trastornos. *Rev Neurol* 2000; 30(8): 491-495.

26-Fossella J A, Sommer T, Fan J, Posner M I. Sinaptogenesis and heritable aspects of

executive attention. *Ment Retard Dev DisabilRes Rev* 2003; 9(3): 178-83.

27- Jin Fan, Yanghong Wu, John Fossella, and Michael Posner. Assessing the heritability of attentional networks. *BMC Neurosci* 2001; 2(1): 14.

28-Estevez Gonzalez, et al. Atención sostenida en la fase preclínica en la enfermedad de Alzheimer. *Rev Neurol* 2003; 36(9): 829-32.

29-Hager F, Volz H P, Gaser C, Mentzel H J, Kaiser W A, Saner H (1998). Challenging the anterior attentional system with a continuous performance task: a functional magnetic resonance imaging approach. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci* 1998; 248: 161-70.

30- La wrence N S, Ross T J, Hoffmann R, Garavan H, Stein E A. Multiple neuronal networks mediate sustained attention. *J Cogn Neurosci* 2003; 15(7): 1028-38.

31- Jin Fan, John Fossella, Tobías Sommer, Yanghong Wu and Michael Posner. Mapping the genetic variation of executive attention onto brain activity. *PNAS* 2003; 100(12): 7406-7411.

John Fossella

32- Sánchez Carpintero, Narbona J (2001). Revisión conceptual del sistema ejecutivo y su estudio en el niño con trastorno por déficit de atención e hiperactividad. *Rev Neurol* 2001; 33: 47-53.

33- Fuente L.J. Déficit de atención selectiva en la esquizofrenia. *Rev Neurol* 2001; 32(4): 387-391.

34- Fossella J, Tobías Sommer, Jin Fan, Yanghong Wu, James Swanson, Donald Pafaff and Michael Posner. Assessing the molecular genetics of attentional networks. *BMC Neurosci* 2002; 3(1): 14.

35- Blazquez Alisente J. L., Paul Pedriza, Muñoz Céspedes. Atención y funcionamiento ejecutivo en la rehabilitación neuropsicológica de los procesos visuoespaciales. *Rev Neurol* 2004; 38(5): 487-495.

36- Hiroshi Yamasaki, Kevin Labar, Gregory Mc Carthey. Dissociable prefrontal brain systems for attention and emotion. *Proc Natl Acad Sci USA* 2002; 99(17): 11447-11451.

37- Berger A, Jones L, Rothbart M K, Posner M I. Computarized games to study the development of attention in childhood. *Behav Res Methods Instrum Comput* 2000; 32(2): 297-303.

38-Fan J, Mc Candliss B D, Sommer T, Raz A, Posner M I. Testing the efficiency and independence of attentional networks. *J Cog Neurosci* 2002; 14(3): 340-7.