

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



MÁSTER OFICIAL

INTERVENCIÓN PSICOLÓGICA EN ÁMBITOS CLÍNICOS Y SOCIALES

(IPACYS)

Curso Académico 2010/2012

Trabajo Fin De Máster

**EVALUACIÓN DE LA MEMORIA ESPACIAL Y RECONOCIMIENTO
ESPACIAL EN SUJETOS CON EPILEPSIA**

Autor: Isabel Parrón Sevilla

Tutor: Jose Manuel Cimadevilla Redondo

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi gratitud en primer lugar, a mi tutor, José Manuel Cimadevilla Redondo por su apoyo, por sus valiosos conocimientos y por su dedicación, fundamentales en la realización de mi trabajo. A todas las personas que han participado de manera desinteresada en el estudio, a mi familia por su paciencia y cariño durante estos meses de duro trabajo y a mis amigos, por su apoyo incondicional, por las risas compartidas durante todo este tiempo y porque han sido un antídoto fantástico en los momentos de altibajos.

A todos, gracias de corazón.

ÍNDICE

RESUMEN.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
2.1 PARTICIPANTES.....	8
2.2 PROCEDIMIENTO.....	9
3. RESULTADOS.....	12
3.1 16 CAJAS 1 PREMIO.....	12
3.2 16 CAJAS 3 PREMIOS.....	14
3.3 CORRELACIÓN TAREA DE APRENDIZAJE ESPACIAL CON TAREA DE RECONOCIMIENTO ESPACIAL.....	17
4. DISCUSIÓN.....	18
5. BIBLIOGRAFÍA.....	21

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la memoria espacial en sujetos con alteraciones en el hipocampo, como ocurre con los pacientes con epilepsia. Su desempeño se registró durante la realización de dos tareas con demandas espaciales: la tarea de la Sala de Cuadros (Boxes Room), una tarea de memoria espacial sensible a las alteraciones del hipocampo, y una segunda tarea de reconocimiento espacial, en la que el sujeto debe tomar una decisión sobre imágenes relacionadas con el aprendizaje que ha tenido lugar previamente en la tarea de realidad virtual. Los pacientes epilépticos fueron comparados con sujetos controles de su misma edad, sexo y nivel educativo.

Los resultados mostraron que ambos grupos difieren en rendimiento espacial, obteniendo unos resultados significativamente peores los pacientes con epilepsia que los sujetos controles. Esto pone de manifiesto que la ejecución de las tareas es dependiente del hipocampo, así como la pertinencia de las tareas a la hora de medir estas funciones.

Trabajo financiado por proyecto concedido al profesor José Manuel Cimadevilla por el Ministerio de Economía y Competitividad (PSI2011-26985).

1. INTRODUCCIÓN

La epilepsia ha sido una cuestión histórica investigada por el hombre. Hipócrates, en su libro *Sobre la enfermedad sagrada*, escrito en el 400 a.C., ya señaló la asociación entre la disfunción cerebral y la epilepsia. A partir del Renacimiento, el entendimiento sobre la epilepsia se ha beneficiado de manera gradual, gracias al incremento del conocimiento sobre la anatomía y la fisiología humana. (Pastor et al., 2006). Desde la década de 1950, la investigación en pacientes con epilepsia (TLE) de lóbulo temporal ha contribuido a la comprensión de las bases neurobiológicas de la memoria humana.

La epilepsia es un trastorno neurológico que se define como una enfermedad crónica del sistema nervioso central que se caracterizan por crisis recurrentes y no provocadas, con diversas etiologías y manifestaciones clínicas. La prevalencia de epilepsia activa en España es de unos 400.000 pacientes, varía ampliamente entre 2,7 y 40 por 1000, aunque la mayoría de los estudios la sitúan en torno a 8/1.000 habitantes (supondría aproximadamente 360.000 casos en España). La incidencia anual de epilepsia es de 31 a 57/100.000 (entre 12.400 y 22.000 casos nuevos cada año en España) (García-Ramos, García-Pastor, Masjuan, Sánchez, & Gil, 2011).

El hipocampo es la estructura más estudiada en la epilepsia, con frecuencia el foco de los ataques epilépticos. La esclerosis hipocampal es el tipo más comúnmente visible del daño tisular en la epilepsia del lóbulo temporal. Sin embargo, aún no está claro si la epilepsia está producida por anomalías en el hipocampo, o bien si este está dañado por efectos acumulativos de los ataques (Orozco-Giménez et al., 2005).

El hipocampo desempeña un papel único en el aprendizaje humano y en la memoria, que es particularmente esencial para la consolidación de la nueva información en el procesamiento a largo plazo. Debido al papel específico del hipocampo, la memoria y los trastornos del aprendizaje son muy comunes entre las personas cuyos focos epilépticos se encuentran dentro del lóbulo temporal. La pérdida de células en el hipocampo se ha observado con frecuencia en los pacientes epilépticos. Específicamente, la pérdida de volumen del hipocampo se ha mostrado mediante Resonancia Magnética y se ha relacionado con la grave pérdida de neuronas en el mismo (Pastor et al., 2006).

Estudios de lesión han subrayado también el papel crucial del hipocampo en la memoria espacial tanto en humanos como en animales. Las lesiones en esta parte del cerebro alteran la capacidad de aprender relaciones espaciales y recordarlas. Por ejemplo, pacientes con lesiones hipocampales presentan graves dificultades para ejecutar tareas que impliquen capacidad espacial (Cánovas, León, Serrano, Roldán, & Cimadevilla, 2011a).

Los estudios realizados en orientación espacial en humanos ha permanecido poco desarrollados hasta hace relativamente escaso tiempo. Un acontecimiento clave para el avance en este campo fue el desarrollo de las técnicas de realidad virtual, las cuales, han permitido la creación de entornos virtuales en los que poder estudiar de forma controlada la memoria espacial, destacando aquellas pruebas modeladas a partir de paradigmas de aprendizaje utilizados en roedores. Estas adaptaciones han demostrado ser sensibles a factores como el sexo del individuo (Cánovas, Espínola, Iribarne, & Cimadevilla, 2008; Cánovas & Cimadevilla, 2011), o las alteraciones hipocampales (Cánovas et al., 2011a).

El grupo de investigación “Neuropsicología Experimental y Aplicada” ha desarrollado diferentes tareas de realidad virtual destinadas a la medición de la memoria espacial (Cánovas et al., 2008; Cimadevilla, Cánovas, Iribarne, Soria, & López, 2011). Una de ellas será la que se aplique en este estudio, denominada Sala de las Cajas o “Boxes Room” y que se ha demostrado sensible a daños hipocampales (Cánovas, León, Roldán, Astur & Cimadevilla, 2009; Cánovas et al., 2011a).

En otro orden de cosas, en la actualidad el conocimiento del cerebro se cimenta cada vez más en estudios que evalúan el funcionamiento cerebral durante la realización de diferentes tareas. De este modo, técnicas como el electroencefalograma o la resonancia magnética funcional hacen posible entender el funcionamiento cerebral, en períodos en los que nuestro sistema nervioso se encuentra ocupado en tareas bien definidas por el investigador.

Los aspectos temporales resultan clave a la hora de entender qué regiones cerebrales participan en diferentes procesos. Para ello es necesario definir tareas cuyas demandas temporales puedan ser bien acotadas. En este sentido, en seno del grupo de investigación “Neuropsicología Experimental y Aplicada” se ha definido una tarea de

reconocimiento espacial acoplada a una tarea de realidad virtual que vamos a aplicar. La tarea requiere que el sujeto tome una decisión sobre imágenes relacionadas con el aprendizaje que ha tenido lugar previamente en la tarea de realidad virtual.

El objetivo del estudio fue comprobar que los sujetos con alteraciones en el hipocampo, como ocurre con los pacientes con epilepsia, mostrarán una peor orientación en la tarea comparados con sujetos controles de su misma edad, sexo y nivel educativo, lo que pondrá de manifiesto que la ejecución de la tarea es dependiente del hipocampo. Además se implementará con una tarea de reconocimiento espacial a la que se hace mención previamente.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Participantes

Veinte sujetos participaron en el estudio, diez diagnosticados de epilepsia (cinco mujeres; cinco hombres; media de edad 52.1; DS=7.38) y 10 controles (cinco mujeres; cinco hombres; la media de edad fue 52.4; DS= 8.03) emparejados con el grupo de pacientes en función de la edad, sexo y nivel educativo. Los pacientes fueron reclutados por el Departamento de Neurología del Hospital Torrecárdenas, (Almería). El diagnóstico se realizó en base a su historial clínico, a protocolos específicos de epilepsia y a las pruebas funcionales realizadas a los pacientes.

Los sujetos que componen el grupo control fueron reclutados en la comunidad. Todos tenían buena salud, no tomaban ningún medicamento que potencialmente pudiese afectar al rendimiento cognitivo, ni presentaban historial de problemas psiquiátricos, enfermedad neurológica ni neurocirugía.

Dadas las características de las tareas se controló la experiencia en videojuegos de los sujetos participantes, respondiendo en una escala Likert de 4 niveles sobre este particular: 1- Nunca juegan, 2-muy poco, 3-ocasionalmente, 4-frecuentemente.

El estudio se desarrolló respetando la directiva 2001/20/EC de la Unión Europea y la Declaración de Helsinki que regula la investigación biomédica con humanos. Los participantes fueron informados de antemano sobre los objetivos y el procedimiento del experimento, dieron su consentimiento de participación y fueron completamente libres de terminar el experimento en cualquier momento.

2.2 Procedimiento

Para el aprendizaje espacial se empleó la tarea Sala de las Cajas o “Boxes Room”. Se trata de una tarea espacial implementada mediante técnicas de realidad virtual (Cánovas et al., 2008).

La tarea de la sala de cajas fue administrada en un portátil HP 2600-MHz equipado con 3 GB de RAM y un monitor de color de 15.4 TFT XGA (1920 × 1200). El movimiento fue controlado mediante un joystick Logitech compatible. El altavoz del ordenador fue usado para proporcionar retroalimentación auditiva a los participantes.

El entorno virtual consta de una habitación cuadrada (8 m x 8 m) con 16 cajas distribuida homogéneamente en la habitación (cuatro filas con cuatro cajas cada una). En las paredes de la habitación hay varios cuadros, una puerta y una ventana que sirven como estímulos de orientación espacial dentro del entorno virtual al participante.

El movimiento en la habitación se visualiza en primera persona, queriendo esto decir que si movemos el joystick hacia la derecha visualizaremos esta área y así sucederá con otros movimientos, no pudiendo retroceder.

El experimento consiste en que el participante debe descubrir las cajas que tienen premio, abriendo el menor número de cajas posible y en el menor tiempo. Cuando se coloque en la proximidad de una caja ésta adoptará un color azulado. Esto indicará que el sujeto puede presionar cualquier botón del joystick y la caja se abrirá. Puede ocurrir tras su apertura dos cosas: que la caja se vuelva roja y suene un tono desagradable indicando que la caja no tiene premio. Por otra parte, si la caja está premiada ésta se volverá verde y se oirá un tono agradable. Las cajas que se abran durante el ensayo mantendrán el color rojo o verde para indicar al participante que ya las ha visitado, como se ve en la figura 1.



Figura 1. Representación de la habitación con las cajas premiadas y no premiadas.

La prueba consta de diez ensayos; cada uno tiene una duración de 150 sg. Se informa al participante de que las cajas premiadas permanecerán en todos los ensayos en el mismo lugar. De este modo, el sujeto puede aprovechar el conocimiento de cada ensayo para mejorar en el siguiente, abriendo cajas premiadas y dejando las cajas sin premio sin abrir. No se les da información sobre estrategias útiles. Una vez concluido el tiempo de la prueba, un mensaje aparece en la pantalla informándole de que la prueba ha finalizado.

En el estudio se han usado dos modalidades de experimentación, una en la que el sujeto tenía que encontrar únicamente una caja premiada 16(1), y otra en la que el sujeto debía encontrar tres cajas premiadas en la habitación 16(3).

Inmediatamente después de realizar cada modalidad de aprendizaje espacial, se les administra en el mismo ordenador un segundo experimento que consistía en una prueba de Reconocimiento Espacial. Para ello, se les presentaba 40 imágenes estáticas de la habitación de las cajas (figura 2), y debían decidir si la caja que se mostraba en verde ocupaba una posición correcta o incorrecta en la habitación con respecto al experimento previo. El color de la caja no cambiaba, pero la perspectiva en la que se mostraba sí. Veinte de las imágenes tenían una posición correcta y otras veinte una posición incorrecta. Los sujetos tenían que presionar C si creían que la posición era correcta y N cuando creyesen que era incorrecta. El tiempo de reacción para los aciertos y los errores fue registrado, así como el número de aciertos y fallos (figura2).



Figura 2. Representación de la pantalla de la prueba de Reconocimiento Espacial. El sujeto deberá decidir si la caja que se muestra en verde ocupa la posición correcta de acuerdo a la tarea previa que han completado.

3. RESULTADOS

El análisis de la experiencia en videojuegos mediante una prueba t Student para muestras independientes, donde la variable independiente es el grupo y la variable dependiente la experiencia en videojuegos, indicó que no existen diferencias en cuanto a experiencia en videojuegos entre los grupos, $t(18) = 0.32, p > 0.05$.

3.1 16 Cajas 1 Premio

Aprendizaje Espacial

En la prueba de realidad virtual el número de errores fue estadísticamente analizado utilizando un Anova (Grupo x Sexo x Ensayo), con medidas repetidas en esta última variable. Se aplicó en los casos necesarios un análisis a posteriori (prueba de Newman-Keuls).

Los factores Grupo ($F(1,16) = 0.92, p > 0.05$), y Sexo ($F(1,16) = 0.55, p > 0.05$) no fueron significativos. En cambio, el factor Ensayo si fue significativo ($F(9,144) = 10.53, p < 0.05$). El análisis de la interacción entre las variables no fue significativo.

La prueba a posteriori mostró diferencias significativas entre los 3 primeros ensayos y el resto ($p < 0.05$), lo que nos indica que el aprendizaje se produce tras los primeros ensayos. Así, los sujetos alcanzan su nivel asintótico en el ensayo 3 y no desciende el número de errores después de este ensayo (véase figura 3).

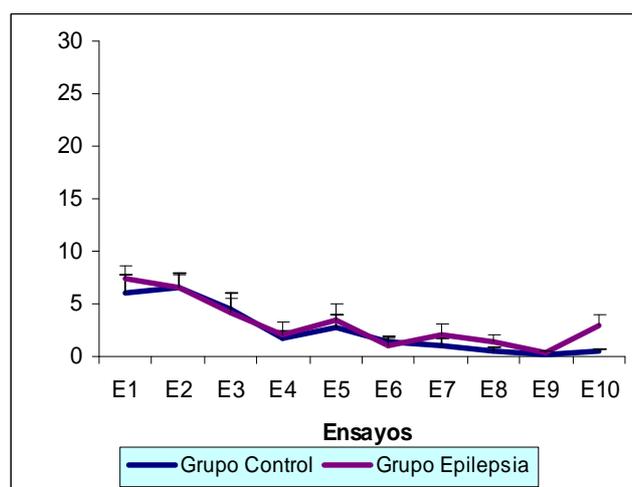


Figura 3. Número de errores en la tarea de aprendizaje espacial. No existen diferencias entre el grupo epiléptico y el grupo control. Media \pm SEM.

Reconocimiento Espacial

En la prueba de Reconocimiento Espacial 16(1), se utilizó una Anova (Sexo x Grupo), para cada una de las variables dependientes: tiempo de reacción en respuesta a cajas premiadas y no premiadas, número de aciertos caja premiada y número de aciertos caja no premiada. En los casos necesarios, se empleó la prueba a posteriori Newman-Keuls.

Los resultados muestran que existen diferencias significativas entre los grupos en el tiempo de reacción que emplean para decidir en la respuesta hacia las cajas premiadas ($F(1,16) = 5.4, p < 0.05$). Los sujetos epilépticos tardaron más que los sujetos controles (6955 y 3934 milisegundos, respectivamente). El factor Sexo no fue significativo ($F(1,16) = 1.43, p > 0.05$). No se encontraron diferencias en los tiempos de reacción para las cajas no premiadas (Grupo $F(1,16) = 4.227, p > 0.05$), (Sexo $F(1,16) = 0.599, p > 0.05$) (véase figura 4).

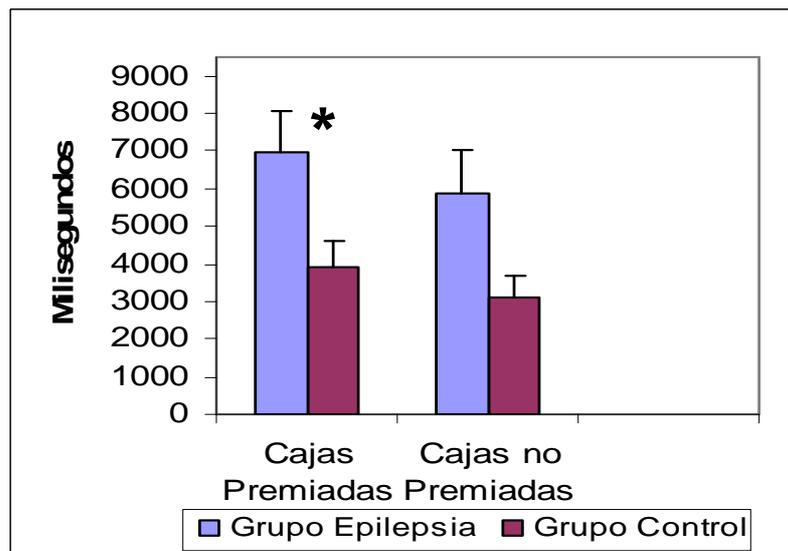


Figura 4. Tiempo de reacción en la tarea de reconocimiento. El grupo de sujetos controles muestran un tiempo de reacción menor que el grupo de sujetos epilépticos tanto en la respuesta a cajas premiadas como no premiadas. Media \pm SEM.

Cuando se analizaron los aciertos de las cajas premiadas el ANOVA no mostró diferencias (Grupo $F(1,16) = 3.361, p > 0.05$), (Sexo $F(1,16) = 0.464, p > 0.05$), ni en el análisis de los aciertos de las cajas no premiadas (Grupo $F(1,16) = 1.561, p > 0.05$), (Sexo $F(1,16) = 1.234, p > 0.05$). En ninguno de los casos las interacciones fueron significativas (véase figura 5).

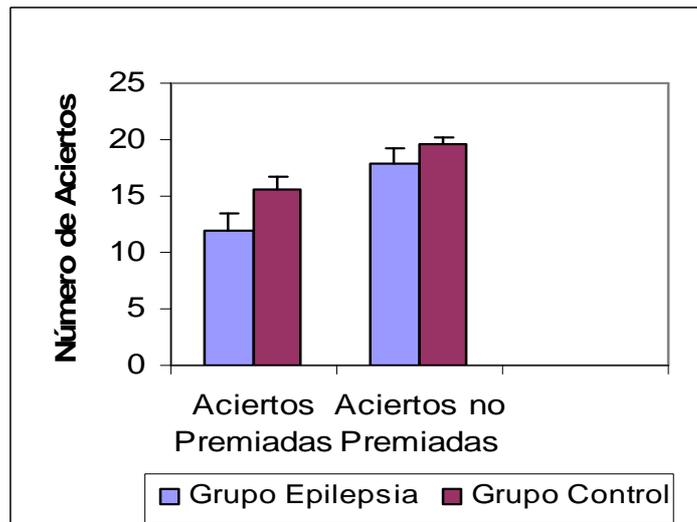


Figura 5. Número de aciertos en la tarea de reconocimiento. No existen diferencias entre los grupos. Media \pm SEM.

3.2 16 Cajas 3 Premios

Aprendizaje Espacial

En la condición de 3 cajas (16 cajas disponibles, 3 cajas premiadas) el ANOVA (Grupo x Sexo x Ensayo) con medidas repetidas en esta última variable mostró diferencias significativas en las variables Grupo ($F(1,16)=7.6$, $p<0,05$) y Ensayo ($F(9,144)=21,08$, $p<0,05$), sin ninguna interacción significativa. El grupo de sujetos epilépticos cometieron más errores que los sujetos controles (medias de 5.85 y 2.56 para los dos grupos, respectivamente). Newman-Keuls mostró que tras el ensayo 3 los errores no siguen descendiendo, indicativo de que el aprendizaje tiene lugar en los primeros ensayos ($p<0.05$) (véase figura 6).

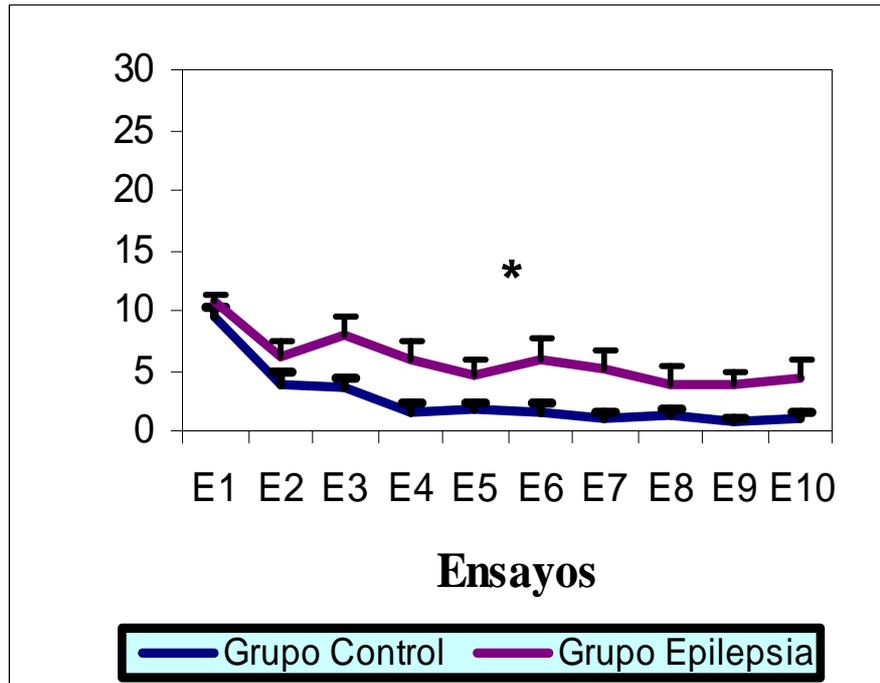


Figura 6. Número de errores en la tarea de aprendizaje espacial. Aparecen diferencias entre el grupo epiléptico y el grupo control. El grupo de sujetos epilépticos cometió más errores. Media \pm SEM.

Reconocimiento Espacial

El Anova (Grupo x Sexo) mostró la existencia de diferencias entre los grupos en el tiempo de reacción en respuesta a las cajas premiadas ($F(1,16) = 9.99$, $p < 0.05$) (media de 8305 y 4497 milisegundo para grupo epilepsia y control). El factor Sexo no fue significativo ($F(1,16) = 1.2$, $p > 0.05$). También se mostraron diferencias significativas en el tiempo de reacción en respuesta a las cajas no premiadas Grupo ($F(1,16) = 12.61$, $p < 0.05$), siendo en este caso la interacción significativa Grupo x Sexo ($F(1,16) = 4.79$, $p < 0.05$). El análisis a posteriori de la interacción mostró que los varones del grupo epiléptico emplean más tiempo que el resto de grupos ($p < 0.05$) (véase figura 7).

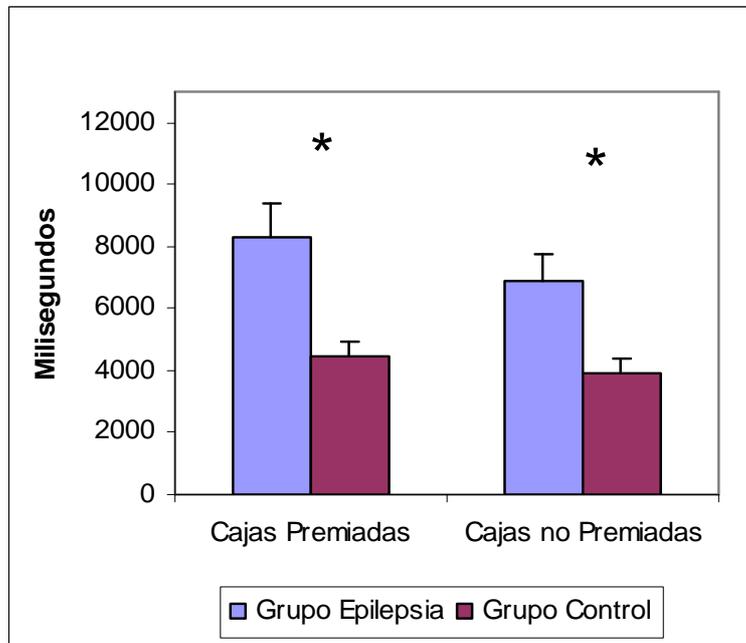


Figura 7. Tiempo de reacción en la tarea de reconocimiento. El grupo de sujetos controles muestran un tiempo de reacción menor que el grupo de sujetos epilépticos tanto en la respuesta a cajas premiadas como no premiadas. Media \pm SEM.

Respecto al número de aciertos en respuesta a cajas premiadas, no se encontraron diferencias significativas, Grupo ($F(1,16)=0.09, p>0,05$); Sexo ($F(1,16)=1.212, p>0,05$). El análisis del número de aciertos en respuesta a las cajas no premiadas muestra que existen diferencias significativas en la variable Grupo ($F(1,16)=6.627, p<0.05$) y en la interacción Grupo x Sexo ($F(1,16)=7.68, p<0,05$). Los varones del grupo epiléptico lo hacen peor que el resto de grupos, acertando menos en la tarea (ver figura 8).

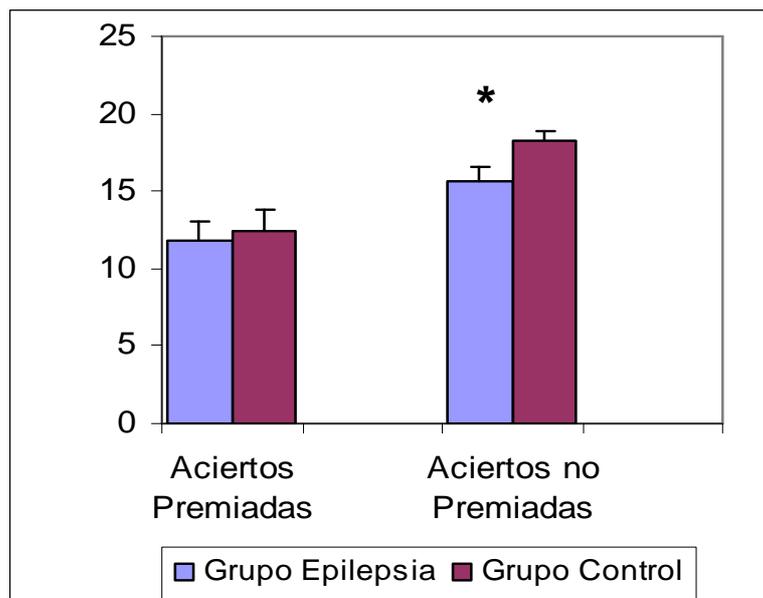


Figura 8. Número de aciertos en la tarea de reconocimiento. El grupo de sujetos epilépticos muestra menor número de acierto en las cajas no premiadas que los sujetos controles. Media \pm SEM.

3.3 Correlación tarea de Aprendizaje Espacial con tarea de Reconocimiento Espacial

Hemos correlacionado (correlación de Pearson) la ejecución en ambas tareas, a través del número de errores en la tarea de cajas y los aciertos en la tarea de reconocimiento. Los resultados para la condición 16 cajas 1 premio, nos muestran que la correlación entre los errores en la tarea virtual y los aciertos para cajas premiadas en la tarea de reconocimiento es de -0.07 y la correlación entre los errores en la tarea virtual con los aciertos de las cajas no premiadas es de -0.65.

En relación a la condición 16 cajas 3 premios, la correlación entre los errores en la tarea y los aciertos de las cajas correctas en la tarea de reconocimiento es de -0.26; mientras que la correlación con los aciertos de las cajas no premiadas es de -0.70. Esto indica que en ambas condiciones existe una correlación media-alta entre los errores que los sujetos cometen durante la realización de la tarea virtual y la discriminación de las cajas no premiadas.

4. DISCUSIÓN

La evaluación de pacientes con lesiones hipocampales en entornos virtuales, confirman trabajos previos (Cánovas et al., 2008), que indican que el hipocampo y posiblemente otras estructuras temporales relacionadas son necesarias para una adecuada ejecución en las tareas de orientación espacial en humanos. Entre las funciones que debe realizar esta estructura cerebral se encuentra una adecuada orientación en la tarea que se les administró a los sujetos “Sala de las Cajas”, donde la integridad del hipocampo es fundamental para el aprendizaje y la memoria espacial (Cánovas et al., 2011a).

En nuestro estudio se ha comparado la ejecución de un grupo de pacientes con epilepsia y un grupo de controles emparejados por edad, sexo y nivel educativo, donde debían recordar una y tres cajas premiadas en la Sala de Cajas (Boxes Room), hallando que los sujetos con epilepsia presentan peores resultados que los participantes sanos. Los pacientes muestran mayor dificultad a la hora de encontrar las cajas premiadas, moviéndose por toda la habitación y cometiendo varios errores hasta encontrar las premiadas.

A través de todos los ensayos de este estudio se demuestra que los participantes alcanza una ejecución constante transcurridos entre dos y cinco ensayos, después de los cuales no se produce una mejora en el número de errores cometidos hasta encontrar la caja o cajas premiadas (ver gráficas). La tarea por tanto se adquiere muy rápidamente en una sola sesión y es muy fácil de administrar. Además el grado de dificultad puede fácilmente adaptarse a las características de la muestra del estudio, aumentando simplemente el número de cajas premiadas que deben recordar. Esto es una cuestión muy importante ya que permite adecuar la dificultad de la tarea a cualquiera de las poblaciones de interés (Cánovas, Fernández-García & Cimadevilla, 2011b).

De este modo, se demuestra que la curva de aprendizaje varía en función de la dificultad, al aumentar el número de cajas premiadas, aumenta el número de errores cometidos, necesitando más ensayos para alcanzar un aprendizaje sin errores. Esto permite encontrar niveles de dificultad óptimos que permiten discriminar entre grupos. Así, observamos que con los niveles de dificultad bajos todos los participantes resuelven la tarea de forma exitosa, como hemos comprobado en nuestro estudio, no existiendo diferencias entre el grupo con epilepsia y el control a la hora de recordar una sola caja premiada. Sin embargo, al incrementar la dificultad (búsqueda de 3 cajas)

emergen diferencias. Esto ya se puso de manifiesto en sujetos controles, donde distintos niveles de dificultad permitían detectar una ejecución diferente en hombres y mujeres (Cánovas et al., 2008).

En este trabajo que presentamos, la tarea de aprendizaje espacial fue implementada por primera vez junto a otra prueba de reconocimiento espacial. Los participantes tuvieron que decidir si la caja verde mostrada en la pantalla del ordenador correspondía a una caja premiada o no premiada según la experiencia de aprendizaje en la Sala de Cajas (Boxes Room). Las imágenes que se les presentaban tenían diferentes perspectivas, lo que obligaba a los sujetos a crear una imagen mental de la Sala de Cajas y decidir si la imagen era correcta o incorrecta.

Los resultados encontrados encajan con los hallados en la prueba de aprendizaje espacial en entorno virtual. Ambas tareas muestran que los sujetos con deficiencias en el hipocampo, como los pacientes con Epilepsia del lóbulo temporal, realizan peor la prueba que los sujetos sanos. Se han encontrado diferencias entre los grupos (sujetos sanos versus pacientes con epilepsia), en la mayoría de los parámetros analizados, tiempo de reacción en respuesta a las cajas premiadas, en el tiempo de reacción en respuesta a las cajas no premiadas y en los aciertos de las cajas no premiadas.

De nuevo el nivel de dificultad juega un papel importante, obteniendo los sujetos epilépticos peores resultados en la condición de tres cajas premiadas, que en la condición en la que sólo había un caja premiada.

Además, las correlaciones indican que existe una relación entre los errores en la tarea virtual y la discriminación de las cajas no premiadas. A mayor número de errores peor discriminación de las cajas no premiadas. Es necesario tener en cuenta que las cajas no premiadas suponen un esfuerzo adicional para el sujeto pues se trata de cajas a las que no se ha prestado atención, por tratarse de cajas que no están asociadas al premio.

La tarea de Reconocimiento Espacial puede permitir la implementación de tareas de orientación espacial en paradigmas de Resonancia Magnética Funcional y de electroencefalografía permitiendo controlar el factor tiempo en la tarea.

Es importante señalar varias limitaciones en nuestro estudio. En primer lugar, es necesario incrementar la muestra y que esta sea más homogénea, existiendo demasiada dispersión en el rango de edad de los participantes. Además el comportamiento de los

participantes ha sido muy heterogéneo. Las pruebas de realidad virtual siguen provocando cierto rechazo entre los sujetos debido probablemente al uso del ordenador.

Otra limitación que hemos encontrado es el hecho de que la medicación antiepiléptica que toman los sujetos pueda repercutir en la realización de la tarea. Se les administró en otro estudio varias pruebas atencionales y visoespaciales, a fin de evaluar las funciones neuropsicológicas más comúnmente afectadas por fármacos antiepilépticos y ninguna reveló deficiencias con respecto a los sujetos controles (Cánovas et al., 2011a). Además el hecho de que los sujetos epilépticos y controles no difieran en la realización de la tarea de aprendizaje espacial cuando hay una caja premiada, condición 16(1), es otro argumento a favor de que la medicación no influye en la realización de la tarea. En futuras investigaciones, se debería intentar replicar el estudio mejorando estos aspectos.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Cánovas, R., Espínola, M., Iribarne, L., & Cimadevilla, J.M. (2008). A new virtual task to evaluate human place learning, *Behavioural Brain Research* 190(1), 112–118.
- Cánovas, R., León, I., Roldán, M.D., Astur, R., & Cimadevilla, J.M. (2009). Virtual reality tasks disclose spatial memory alterations in fibromyalgia. *Rheumatology*, 1-6.
- Cánovas, R., & Cimadevilla, J.M. (2011). Sexual orientation and spatial memory. *Psicothema*, 23(4), 752-758.
- Cánovas, R., León, I., Serrano, P., Roldán, M.D., & Cimadevilla, J.M. (2011a). Spatial navigation impairment in patients with refractory temporal lobe epilepsy: Evidence from a new virtual reality-based task. *Epilepsy & Behavior* 22, 364–369.
- Cánovas, R., Fernández García, R., & Cimadevilla, J.M. (2011b). Effect of Reference frames and number of cues available on the spatial orientation of males and females in a virtual memory task. *Behavioural Brain Research*, 216(1), 116-121.
- Cimadevilla, J.M., Cánovas, R., Iribarne, L., Soria, A., & López, L. (2011). A virtual-based task to assess place avoidance in human. *Journal of Neuroscience Methods*, 196, 45–50.
- García Ramos R., García Pastor, A., Masjuan, J., Sánchez, C., & Gil, A. (2011). FEEN: Informe sociosantario FEEN sobre la epilepsia en España. *Neurología*, 26(9), 548—555.
- Lee, T.M.C. & Chan, J.K.P. (2002). Factores que afectan el estado cognitivo de personas que sufren epilepsia. Neuropsicología de la epilepsia. *Revista de Neurología*, 34, 861-865.
- Orozco Giménez, C., Pastor Pons, E., Meersmans Sánchez-Jofré, M., Verdejo, A., & Pérez-García, M. (2005). Relación entre los test de memoria y la volumetría y relaxometría del hipocampo. *Revista de Neurología*, 40, 129-134.

- Pastor, J., Uzcátegui, Y.G., Gal-Iglesias, B., Ortega, J.G., Sola, R.G., & Menéndez de la Prida, L. (2006). Bases fisiopatológicas de la epilepsia del lóbulo temporal: estudios en humanos y animales. *Revista de Neurología*, 42, 663-673.
- Vicens, P., Redolat, R., & Carrasco, M.C. (2003). Aprendizaje espacial y laberinto de agua: metodología y aplicaciones. *Psicothema*, 15(4), 539-544.