

Efecto de la Exposición a un Protocolo de Estrés Social Agudo sobre los Niveles Sistémicos de Cortisol y la Ejecución de una Tarea de Atención Sostenida y Dividida

Effects of Exposure to an Acute Social Stress Protocol on Systemic Levels of Cortisol and on the Execution of a Sustained and Divided Attention Task

Efeito da Exposição a um Protocolo de Estresse Social Agudo sobre os Níveis Sistêmicos de Cortisol e a Execução de uma Tarefa de Atenção Sustentada e Dividida

OLGA TARAZONA

JEIMMY CERÓN

MARISOL LAMPREA

Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar los efectos del estrés social agudo inducido experimentalmente con una versión modificada del TSST (Trier Social Stress Test), en los niveles sistémicos de la hormona cortisol y en la ejecución de una tarea de atención sostenida y dividida, en estudiantes universitarios de ambos sexos. Los resultados mostraron que el protocolo modificado del TSST produjo incrementos en los niveles sistémicos de cortisol en los participantes de sexo masculino, pero no afectó la ejecución en la prueba PASAT (Paced Auditory Serial Addition Task). Se discuten estos resultados a la luz de trabajos previos en los que se observan diferencias por género en los efectos del estrés.

Palabras clave: estrés social agudo, atención sostenida y dividida, TSST, PASAT, cortisol.

Abstract

This research project examined the effects of acute social stress induced experimentally with a modified version of TSST (Trier Social Stress Test) on the systemic levels of the cortisol hormone and on the execution of a sustained and divided attention task, in male and female university students. Results showed that the modified TSST protocol caused increases in the systemic levels of cortisol in male participants, but did not affect the execution of the PASAT (Paced Auditory Serial Addition Task). The results are discussed in the light of previous studies in which gender differences in the effects of stress are observed.

Keywords: acute social stress, sustained and divided attention, TSST, PASAT, cortisol.

Resumo

A presente pesquisa teve como objetivo determinar os efeitos do estresse social agudo induzido experimentalmente com uma versão modificada do TSST (Trier Social Stress Test), nos níveis sistémicos do hormônio cortisol e na execução de uma tarefa de atenção sustentada e dividida, em estudantes universitários de ambos os sexos. Os resultados mostraram que o protocolo modificado do TSST produziu aumento nos níveis sistémicos de cortisol nos participantes de sexo masculino, mas não afetou a execução na prova PASAT (Paced Auditory Serial Addition Task). Discutem-se esses resultados à luz de trabalhos prévios nos quais se observam diferenças por gênero nos efeitos do estresse.

Palavras-chave: estresse social agudo, atenção sustentada e dividida, TSST, PASAT, cortisol.

Cómo citar este artículo: Tarazona, O., Cerón, J., & Lamprea, M. (2013). Efecto de la exposición a un protocolo de estrés social agudo sobre los niveles sistémicos de cortisol y la ejecución de una tarea de atención sostenida y dividida. *Revista Colombiana de Psicología*, 22(2), 347-360.

La correspondencia relacionada con este artículo debe dirigirse a Marisol Lamprea Rodríguez, e-mail: mlamprear@unal.edu.co. Departamento de Psicología, Universidad Nacional de Colombia, Carrera 30 n.º 45-03, Edificio 212, Oficina 220, Bogotá, Colombia.

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

RECIBIDO: 21 DE JUNIO DE 2013 – ACEPTADO: 21 DE AGOSTO DE 2013

LA ACCIÓN del estrés y los glucocorticoides sobre los procesos cognitivos se reconoció por primera vez hace más de cuatro décadas, con los trabajos pioneros de B. Kopell, Kopell, Wittner, Lunde, y Edwards (1970) y Selye (1975). Sin embargo, son pocos los estudios que se han dedicado a estudiar de manera sistemática el efecto del estrés experimental y los glucocorticoides sobre la función atencional. Los primeros estudios en la década del 70, realizados por Kopell y colaboradores en sujetos sanos, mostraron que la inducción farmacológica de estrés produce una disminución en la ejecución de tareas de atención visual y auditiva. Más adelante, Hancock (1986) encontró que el estrés térmico es capaz de perjudicar las condiciones de vigilancia.

Otros estudios se han centrado en la determinación de los efectos del estrés crónico sobre algunos procesos cognitivos, entre ellos la atención (Belanoff, Gross, Yager, & Schatzberg, 2001; Lupien, Maheu, Tu, Fiocco, & Schramek, 2007). Con relación a los efectos del estrés agudo, se encuentran muy pocos trabajos y reportan hallazgos contradictorios. Algunos autores han descrito déficits en tareas de recobro libre, pero ausencia de efectos en recobro con clave, memoria de trabajo o atención (Kuhlmann, Piel, & Wolf, 2005); mientras que otros han descrito mejoras en tareas de recobro libre y déficits en tareas de atención selectiva asociados a la percepción de niveles elevados de estrés (Vedhara, Hyde, Gilchrist, Tytherleigh, & Plummer, 2000).

Algunos autores reportan ausencia de efectos sobre diferentes procesos cognitivos en sujetos expuestos a una situación de estrés psicosocial (Hoffman & al'Absi, 2004) o reportan resultados contradictorios. Por ejemplo, Schmidt, Fox, Goldberg, Smith y Schulkin (1999) mostraron que un grupo de hombres universitarios jóvenes y sanos, tratados durante 4 días con prednisolona (un corticosteroide sintético), no presentaron diferencias significativas con relación a un grupo placebo, en la actividad electroencefalográfica, en la medida de parpadeo o

en pruebas de atención encubierta, mientras que tuvieron marcadas diferencias en las medidas de estado de ánimo. Estos mismos autores señalan que otros estudios que han examinado la relación entre los glucocorticoides, la memoria y la atención han encontrado una disociación entre estos dos procesos: la memoria se ve afectada, mientras que no se presentan alteraciones en la atención encubierta, selectiva y sostenida.

En 1999, De Kloet, Oitzl y Joëls mostraron una participación selectiva de cada tipo de receptor de glucocorticoides en los diferentes aspectos del procesamiento cognitivo. Es así como el receptor de tipo I (para mineralocorticoides) sería importante para la reactividad en respuesta a señales ambientales que afectan a la vigilancia y la atención; por su parte, el receptor tipo II (para glucocorticoides) sería esencial para la consolidación de la memoria. Otros estudios han señalado que el tratamiento con cortisol conduce a una mejora del estado de vigilia y la actividad (Hitzler, Pietrowsky, Pauschinger, & Fehm, 1988; Pietrowsky, Krug, Fehm, & Born, 1992; Wachtel & De Wit, 2001). Otros más recientes han mostrado que el entrenamiento en técnicas de relajación mental para la reducción del estrés es capaz de producir mejoras significativas en el bienestar emocional, pero no en la ejecución de tareas atencionales (Anderson, Lau, Segal, & Bishop, 2007).

Este panorama poco concluyente permite suponer la necesidad de estudios adicionales, en los cuales se determine el efecto de la exposición a situaciones estandarizadas para la inducción experimental de estrés sobre tareas atencionales. En el presente estudio se hará uso de una versión modificada del Trier Social Stress Test (TSST), diseñado por Kirschbaum, Pirke, y Hellhammer (1993), en la Universidad de Trier, Alemania, el cual es el protocolo más ampliamente utilizado dentro de los modelos para la inducción de estrés, por el uso del discurso frente a un público.

Investigaciones recientes han demostrado que la utilización del TSST provoca cambios

significativos en los parámetros cardiovasculares, la activación neuroendocrina y las valoraciones subjetivas de estrés (Dickerson, Mycek, & Zaldivar, 2008). Por ejemplo, Gruenewald, Kemeny, Aziz y Fahey (2004) observaron incrementos en los niveles plasmáticos de cortisol de personas expuestas al protocolo TSST, en comparación con un grupo de sujetos que realizaron tareas similares sin la presencia de un jurado. Estos y otros resultados han llevado a proponer que dichos incrementos reflejan una actividad aumentada del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal (HHS), ocasionada por emociones como la vergüenza y el miedo generados por la exposición a estresores sociales que representan una amenaza a la propia identidad (Dickerson & Kemeny, 2004; Gruenewald et al., 2004). Dado que el TSST no es una prueba psicológica, sino un protocolo para la inducción de estrés, no se encuentra en la literatura ningún estudio que determine sus características psicométricas. Sin embargo, son abundantes los reportes en los que de manera sistemática se replican, entre otras, las elevaciones en los niveles sistémicos de cortisol, prolactina y hormona adrenocorticotropa, ocasionadas por la exposición a este protocolo experimental (Kudielka, Hellhammer, & Kirschbaum, 2007).

Finalmente, en el presente estudio se hizo uso de una prueba diseñada inicialmente para evaluar la función atencional en pacientes, pero que en la actualidad constituye una valiosa herramienta para el estudio de la atención en el contexto experimental. Se trata del Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT), una prueba de ejecución continua capaz de evaluar tiempos de reacción y atención sostenida y dividida (Schmidt et al., 1999; Spreen & Strauss, 1998). Esta prueba está conformada por una serie de tareas, en las cuales se solicita la suma continua de números presentados en pares y en forma aleatoria, variando el tiempo de presentación de los dígitos (Mathias, Stanford, & Houston, 2004).

Estudios de neuroimagen han mostrado que al aplicar el PASAT se activan focos dispersos no contiguos en regiones como el giro temporal superior, así como focos bilaterales a nivel cortical frontal y parietal, cíngulo anterior y cerebelo. Estas estructuras están en consonancia con aquellas relacionadas con funciones perceptuales, de procesamiento auditivo, producción del habla y funciones de control de la atención, la memoria de trabajo y el procesamiento de la información (Tombaugh, 2006). Aunque inicialmente se consideró que el PASAT evaluaba la velocidad del procesamiento de la información (Gronwall & Sampson, 1974), actualmente se reconoce como una medida de múltiples dominios funcionales, porque requiere la finalización con éxito de una variedad de funciones cognitivas, principalmente las relacionadas con la atención (Tombaugh, 2006).

Varios estudios han reportado que la versión en inglés del PASAT cuenta con un alto grado de consistencia interna. Las correlaciones entre puntajes individuales van de .76 a .95 (Sherman, Strauss, & Spellacy, 1997). Igualmente, se obtuvo un alfa de Cronbach de .90, a partir de los puntajes de cuatro ensayos para esta prueba (Crawford, Obonsawin, & Allan, 1998). Estos y otros resultados han llevado a plantear que la versión en inglés del PASAT es una prueba confiable y estable para la medición de la función atencional (Tombaugh, 2006). Sin embargo, hasta donde sabemos, no existen este tipo de estudios con la versión en castellano de la prueba utilizada en la presente investigación, aunque se ha validado como parte de una batería para la evaluación neuropsicológica de pacientes con esclerosis múltiple en Argentina (Vanotti, 2008).

La evidencia empírica presentada hasta ahora hace posible suponer que la exposición a una situación de demanda social, unida a la frustración proveniente de los errores en la tarea de cálculo matemático complejo, característicos del protocolo de estrés utilizado, sean capaces

de afectar los procesos atencionales requeridos para la ejecución de la tarea de atención dividida y sostenida del PASAT. Como ya se mencionó, se ha descrito en la literatura que la ejecución de esta prueba activa regiones específicas de la corteza temporal, parietal y frontal; regiones en las que se encuentra presencia abundante de receptores para glucocorticoides en el cerebro humano (De Kloet, 2004). De esta forma, se espera que la aplicación del protocolo modificado del TSST produzca incrementos significativos en los niveles circulantes de cortisol en los participantes de ambos sexos y que este mismo tratamiento afecte la ejecución en la prueba de atención sostenida y dividida PASAT.

Método

Participantes

Un total de 38 estudiantes (20 hombres y 18 mujeres), con edades entre los 17 y los 24 años (19.8 ± 1.8), que cursaban los primeros semestres de la carrera de Psicología, participaron voluntariamente en este estudio, y fueron distribuidos en forma aleatoria en los grupos experimental (10 hombres y 9 mujeres) y control (10 hombres y 9 mujeres). Todos los participantes firmaron el consentimiento informado, después de diligenciar una encuesta de salud, en la cual reportaron posibles condiciones que impidieran su participación en el estudio: el uso de medicamentos a base de cortisol, la existencia de patologías hormonales o el consumo de sustancias psicoactivas en las 24 horas anteriores a la aplicación de la prueba. Los participantes no recibieron compensación económica por su colaboración.

Instrumentos

La situación de estrés utilizada para los participantes asignados al grupo experimental fue una modificación del TSST. En su versión original, este protocolo incluye dos tipos de estresores aplicados en diferentes momentos: (a) un discurso frente al público (período de activación)

y (b) una tarea cognitiva que consiste en un ejercicio de cálculo aritmético (período de evaluación). Todo el proceso se realiza en presencia de un jurado, frente a una cámara de video. La tarea del discurso frente al público fue adaptada para el presente experimento, teniendo en cuenta las características específicas del contexto social (Het, Rohleder, Schoofs, Kirschbaum, & Wolf, 2009). En el protocolo original, los autores llevan a cabo una entrevista de trabajo, donde el participante expone durante 5 min frente a un jurado las razones por las que debe ser escogido o es el mejor candidato. En este caso, la entrevista se reemplazó por una evaluación oral sobre una temática vista en la asignatura Bases Biológicas del Comportamiento, en presencia de la docente a cargo de la asignatura, en un intento por no alterar la naturaleza del estresor (Chida & Hamer, 2008). La tarea cognitiva de cálculo matemático no se modificó del protocolo original y todo el procedimiento fue filmado.

Para el grupo control, se aplicó el protocolo TSST versión placebo, diseñado por Het et al., (2009), con las siguientes tareas propuestas por los autores: (a) un discurso de 5 min sobre una temática cotidiana (narrar una película que haya visto recientemente) y (b) un cálculo matemático simple: sumar de 5 en 5 a partir del número 5, durante un minuto, sin ser filmados y en ausencia de un jurado o evaluador.

La evaluación del proceso atencional se realizó aplicando la prueba PASAT, que ha demostrado ser confiable en la evaluación de la atención, la concentración y el procesamiento de información (Tombaugh, 2006). Esta prueba consiste en una serie de tareas en las cuales se solicita la suma continua de números (del 1 al 9), presentados en pares y en forma aleatoria. El total de la prueba consta de dos bloques de 60 dígitos, que difieren entre sí en la duración de los intervalos de presentación entre cada dígito (3 s o 2 s).

Las muestras de saliva para la determinación de los niveles sistémicos de cortisol

fueron recogidas y preparadas por una bacterióloga contratada para este fin, utilizando dispositivos de muestreo Salivette® y siguiendo el procedimiento sugerido en el inserto del Test Inmunológico In Vitro para la Determinación Cuantitativa de Cortisol, en Suero, Plasma, Orina y Saliva Humanos (2009). Las muestras de saliva se tomaron un minuto antes del tratamiento de inducción de estrés e inmediatamente después de finalizar la aplicación de la prueba PASAT. Se consideró la primera muestra como el valor basal de cada participante, mientras que la segunda muestra reflejó el efecto de la exposición al protocolo de estrés experimental. No se esperaba que los valores de cortisol en esta segunda muestra se vieran afectados por la aplicación de la prueba de atención; estudios previos realizados con este instrumento han mostrado que los incrementos máximos en los niveles de cortisol medidos en saliva se encuentran alrededor de los 30 min posteriores a la aplicación del evento estresor (Kirschbaum et al., 1993). De forma que los posibles incrementos en esta hormona, asociados a la aplicación de la prueba de atención, no deberían verse reflejados en la segunda muestra de saliva tomada solamente 10 min después de aplicado el protocolo experimental de estrés.

Los análisis de las muestras de saliva fueron realizados en el Laboratorio de Investigación Hormonal (LIH) S.A., utilizando procedimientos analíticos estandarizados para el uso clínico.

Procedimiento

Los participantes fueron convocados de acuerdo a una programación previamente acordada en las horas de la mañana (entre las 8:00 a.m. y las 12:30 m). Uno de los investigadores recibió a los participantes y solicitó la realización de un enjuague bucal solo con agua y un lavado de manos con jabón, con el fin de eliminar posibles contaminantes en las pruebas de saliva. Posteriormente, se solicitó el diligenciamiento de la encuesta de salud y del consentimiento

informado. Un minuto antes de iniciar la aplicación de los protocolos de inducción de estrés o placebo, la bacterióloga tomó la muestra de saliva. Para esto, solicitó a los participantes que se llevaran a la boca el dispositivo Salivette® y lo movieran por encima y por debajo de la lengua, por un periodo de 1 min. Una vez obtenidas las muestras, eran almacenadas en una nevera que las mantenía a una temperatura menor a los 5° centígrados. Al final de cada sesión experimental, las muestras fueron centrifugadas a 2,000 revoluciones por minuto durante 15 min, almacenadas a una temperatura de -20° centígrados y transportadas en hielo seco al laboratorio donde se realizaron las cuantificaciones de los niveles de cortisol.

A cada participante asignado al grupo experimental se le invitó a sentarse y se le proporcionó papel y lápiz para que preparara una presentación sobre el tema de transmisión sináptica, para lo cual se dispuso de 5 min. Una vez finalizado este periodo de preparación, el investigador le informó al participante que no podría utilizar estos apuntes y le solicitó que se pusiera de pie ante la cámara de video para verificar el funcionamiento de la grabación. El jurado, conformado en este caso por la docente de la asignatura Bases Biológicas del Comportamiento, ingresó a la sala y solicitó al participante que realizara su presentación por un periodo no mayor a 5 min. Al suspenderse la presentación, el jurado simuló tomar notas durante 20 s y solicitó al participante la realización de un cálculo aritmético que consistía en restar el número 13 secuencialmente a partir del número 1022 tan rápido y seguro como le fuera posible. En cada error cometido en la operación el sujeto debía comenzar de nuevo desde 1022. Pasados 5 min se suspendió la tarea matemática, el jurado salió de la sala y el experimentador aplicó la prueba de evaluación de atención.

A los participantes del grupo control se les invitó individualmente a sentarse y se les proporcionó papel y lápiz para que prepararan

durante 5 min una exposición sobre una película que hubieran visto recientemente. Finalizado este periodo, realizaron la presentación sin usar las anotaciones, frente a un investigador y sin ser filmados, en un periodo no mayor a 5 min. Culminada esta fase, el investigador le solicitó al participante que realizara el cálculo matemático, sumando de 5 en 5 a partir del número 5 tan rápido y seguro como le fuera posible durante 1 min. Pasado este periodo se suspendió la tarea matemática y el experimentador aplicó la prueba de evaluación de atención.

La prueba de evaluación de atención se aplicó por un investigador inmediatamente después de finalizar el protocolo de inducción de estrés o el protocolo placebo. Para esto, se utilizó una versión de audio que incluía las instrucciones de la tarea y los dos bloques de la prueba. El investigador le solicitó al participante que escuchara las instrucciones y aclaró las dudas que se presentaron antes de iniciar la prueba. Durante la aplicación, el investigador diligenció una hoja de respuestas y grabó en audio las respuestas de cada participante para tener un archivo de datos que facilitara la calificación de la prueba.

Al finalizar la prueba de atención, se llevó a cabo la segunda muestra de saliva con el procedimiento descrito anteriormente.

Consideraciones éticas. La totalidad de los procedimientos experimentales se realizaron observando las normativas nacionales pertinentes: Resolución n.º 008430 de 1993 del Ministerio de Salud, y la Ley 1090 de 2006. Con relación a la aplicación de las normas anteriormente citadas, cabe incluir las siguientes aclaraciones: (a) antes de iniciar los procedimientos experimentales, los participantes firmaron el consentimiento informado, en el cual se les explica que ninguno de los procedimientos afectará su salud o su integridad física o psicológica y que se mantendrá la confidencialidad de la información; (b) en cuanto a la temática de la investigación, no se

informó a los participantes sobre sus objetivos, pero sí sobre los resultados obtenidos al finalizar la toma de datos; (c) los participantes fueron asignados en forma aleatoria al grupo control o experimental para obtener una asignación imparcial; (d) la investigación reúne características con riesgo mínimo, pues emplea el registro de datos a través de procedimientos ampliamente usados en laboratorios de psicología, como el protocolo TSST, el PASAT y la obtención de saliva y (e) el proyecto de investigación fue avalado por el comité de ética e investigaciones de la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de Colombia.

Análisis estadísticos. Los efectos del estrés sobre la ejecución de la prueba PASAT se determinaron a través del análisis de cuatro indicadores: (a) respuestas correctas; (b) no respuestas; (c) respuestas incorrectas y (d) respuestas tardías.

Para conocer los efectos del protocolo de inducción de estrés social en cada género, se aplicaron pruebas *t* Student, pareadas entre los valores obtenidos por la totalidad de los sujetos de cada sexo antes de la aplicación de cualquier procedimiento y los valores obtenidos después de la aplicación del protocolo placebo o experimental en estos mismos sujetos. En los casos en los que las muestras no cumplieron con el criterio de normalidad, se aplicó la prueba no paramétrica Wilcoxon Signed Rank Test. Se compararon las medias de niveles de cortisol obtenidas entre los grupos placebo y experimental, aplicando la prueba Mann-Whitney Rank Sum Test. Finalmente, los datos obtenidos en la prueba cognoscitiva se estudiaron con un análisis de varianza de dos vías, a fin de conocer los efectos de los dos factores género y tratamiento. En todos los casos, se utilizó el paquete estadístico SIGMASTAT 3.5., estableciendo el nivel de significancia estadística para probabilidades menores o iguales a .05.

Resultados

Niveles Sistémicos de Cortisol en Respuesta al Estrés

En la Figura 1 se observan incrementos significativos en los niveles sistémicos de cortisol en los sujetos de sexo masculino expuestos al protocolo de estrés ($t(28)=-5.821$; $p<.001$), mientras que las mujeres expuestas al protocolo placebo no muestran estos incrementos ($t(28)=-1.243$; $p=.224$). Por otro lado, en el caso de las participantes del sexo femenino, la exposición a ninguno de los dos protocolos (placebo o estrés social agudo) produjo incrementos significativos en las concentraciones de cortisol ($t(25)=-0.220$; $p=.828$ y $t(25)=-1.618$; $p=.118$, respectivamente).

Si bien en la figura es posible observar una pequeña diferencia en los niveles basales de

ambos sexos, un análisis estadístico adicional no muestra diferencias significativas ($t(36)=0.302$; $p=.764$), por lo que no es posible atribuir estas diferencias a líneas de base no equivalentes. Estos resultados sugieren que el protocolo estandarizado en el presente trabajo produce incrementos en la actividad del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal de la forma descrita para el protocolo original, en los participantes de sexo masculino. Los resultados muestran, además, que las elevaciones en los niveles de cortisol se deben a la exposición al protocolo modificado de estrés y no a la aplicación de la prueba de atención, pues los participantes de ambos sexos a los que se les aplicó la versión placebo del TSST, seguida de la prueba de atención, presentan niveles de cortisol semejantes a los que se observaron en la medición basal.

Efectos del Estrés Social Agudo en la Ejecución del PASAT

Intervalo de 3 s. La Tabla 1 muestra los resultados de los análisis estadísticos realizados para cada uno de los cuatro indicadores de la tarea de atención sostenida y dividida en el PASAT (respuestas correctas, no respuestas, respuestas incorrectas y respuestas tardías), en la parte de la prueba en la cual la distancia entre cada uno de los números presentados era de 3 s. Los resultados no muestran diferencias entre los grupos de tratamiento ni entre los sexos o interacción entre los factores.

Intervalo de 2 s. La Tabla 2 muestra los resultados de los análisis estadísticos realizados para cada uno de los cuatro indicadores de la tarea de atención sostenida y dividida en el PASAT (respuestas correctas, no respuestas, respuestas incorrectas y respuestas tardías), en la parte de la prueba en la cual la distancia entre cada uno de los números presentados era de 2 s. Los resultados no muestran diferencias entre los grupos de tratamiento ni entre los sexos o interacción entre los factores.

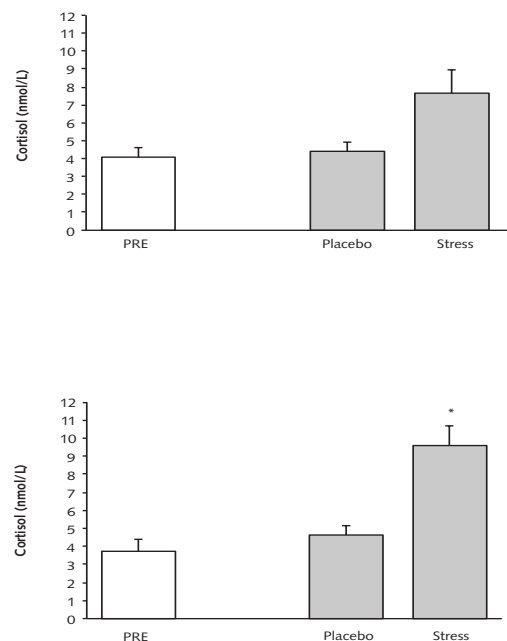


Figura 1. Promedio y error estándar de los niveles sistémicos de cortisol en los estudiantes de sexo femenino (arriba) y masculino (abajo), antes de la aplicación de cualquier tratamiento (PRE) y luego de la aplicación del protocolo placebo (placebo) o del TSST (estrés)

* $p<.05$ vs. cortisol basal

Tabla 1

Resultados de los análisis de varianza realizados para cada una de las medidas del PASAT, en la primera parte de la prueba, con un intervalo inter-dígito de 3 s

Respuestas correctas	gl	F	p	No respuestas	gl	F	p
Sexo	1	0.002	.964	Sexo	1	0.005	.941
Tratamiento	1	1.044	.313	Tratamiento	1	3.441	.071
Sexo x Tratamiento	1	0.289	.594	Sexo x Tratamiento	1	0.005	.941
Respuestas incorrectas	gl	F	p	Respuestas tardías	gl	F	p
Sexo	1	0.025	.874	Sexo	1	0.169	.683
Tratamiento	1	0.095	.759	Tratamiento	1	0.062	.805
Sexo x Tratamiento	1	1.767	.192	Sexo x Tratamiento	1	0.091	.763

Nota: gl: grados de libertad.

Tabla 2

Resultados de los análisis de varianza realizados para cada una de las medidas del PASAT, en la segunda parte de la prueba, con un intervalo inter-dígito de 2 s

Respuestas correctas	gl	F	p	No respuestas	gl	F	p
Sexo	1	0.072	.789	Sexo	1	0.164	.688
Tratamiento	1	3.173	.083	Tratamiento	1	2.839	.100
Sexo x Tratamiento	1	0.162	.689	Sexo x Tratamiento	1	0.195	.661
Respuestas incorrectas	gl	F	p	Respuestas tardías	gl	F	p
Sexo	1	0.391	.535	Sexo	1	0.217	.644
Tratamiento	1	0.103	.750	Tratamiento	1	1.633	.209
Sexo x Tratamiento	1	0.059	.809	Sexo x Tratamiento	1	0.005	.982

Nota: gl: grados de libertad.

Estos resultados consistentemente indican que la exposición al protocolo de estrés social agudo es capaz de inducir incrementos significativos en la actividad del eje HHS en los participantes del sexo masculino, sin afectar su ejecución en las dos modalidades del PASAT. De igual manera, la exposición a esta forma experimental de estrés parece no afectar la ejecución de las mujeres en la prueba de atención utilizada en el presente estudio ni en los niveles circulantes de cortisol.

Discusión

El propósito de este estudio fue investigar los efectos del estrés social agudo inducido experimentalmente sobre los niveles sistémicos de

cortisol y sobre el desempeño en una tarea de atención sostenida y dividida. Para poder determinar estos efectos, se evaluó la eficacia del protocolo modificado de inducción de estrés social, diseñado sobre la base de la prueba TSST, para inducir incrementos en los niveles sistémicos de cortisol. En los resultados se observó un incremento significativo en los niveles de esta hormona en los participantes del sexo masculino, cuando las muestras fueron tomadas inmediatamente después de finalizada la aplicación del protocolo de estrés y la prueba PASAT, en comparación con los niveles observados en los estudiantes que recibieron el protocolo placebo y la prueba PASAT. Este resultado permite afirmar que la aplicación del protocolo TSST, con las

adaptaciones realizadas, es capaz de incrementar la actividad del eje hipotalámico hipofisario en una forma similar a la reportada en otros estudios llevados a cabo en diferentes laboratorios (Het et al., 2009; Kelly, Tyrkaa, Andersonb, Lawrence, & Carpentera, 2008; Kirschbaum et al., 1993). Dado que ambos grupos de estudiantes fueron expuestos a la prueba PASAT, y fue corto el tiempo que transcurrió entre la finalización de esta prueba y la toma de las muestras, es posible descartar que los incrementos observados en los niveles de cortisol se deban a la exposición a la prueba atencional y no al protocolo de estrés.

En el caso de las participantes de sexo femenino, la aplicación del protocolo produjo incrementos no significativos en los niveles sistémicos de cortisol. Un estudio previo de Kirschbaum, Wust y Hellhammer (1992), en el que se aplica un protocolo de estrés psicológico a personas de ambos sexos, muestra que los hombres presentan consistentemente niveles basales de cortisol 1.5 a 2 veces más altos en comparación con las mujeres. Los autores atribuyen estas diferencias al uso de estrategias de afrontamiento cognitivo o respuestas emocionales ante la situación de estrés social agudo que a su vez pueden influir en la secreción de cortisol. Otra investigación, del mismo laboratorio (Kirschbaum, Kudielka, Gaab, Schommer, & Hellhammer, 1999), reporta que las mujeres en fase lútea muestran niveles de cortisol similares a los de los hombres en respuesta al estrés, mientras que las mujeres en fase folicular o que consumen anticonceptivos orales (AO) presentan niveles menores en comparación con los de los hombres.

En este sentido, se concluye que, aunque los hombres parecen tener una respuesta más fuerte del eje HHS ante estímulos estresantes en comparación con las mujeres, una parte de las diferencias que se observan en las cuantificaciones de cortisol en saliva puede explicarse parcialmente por los niveles de estradiol aumentados durante el ciclo menstrual y por el consumo de AO. Se ha propuesto que el uso de estos compuestos es

capaz de inducir cambios en las cuantificaciones de corticoides, a través de la acción de la globulina fijadora del cortisol (CBG, por su sigla en inglés); de tal forma que la secreción de cortisol no se vería afectada por el uso de anticonceptivos en sí, sino por la cantidad de cortisol no consolidado biodisponible (Bulbrook et al., 1973).

Un estudio más reciente (Cornelisse, Van Stegeren, & Joe, 2011) también reporta ausencia de efectos de la aplicación del TSST en los niveles sistémicos de cortisol en mujeres, en comparación con el marcado incremento encontrado en los hombres. Los autores atribuyen este efecto al uso de AO por parte de un número significativo de las participantes en el estudio. En el presente estudio, un porcentaje importante de las participantes reportó el uso de AO (67%), por lo que es posible suponer que los resultados obtenidos pueden deberse a la interacción entre el uso de estos compuestos y la situación de estrés experimental. Es importante resaltar, sin embargo, que algunos estudios, en los cuales también se observaron diferencias en las mediciones de cortisol entre hombres y mujeres al inducir estrés social agudo con el TSST, controlaron el consumo de AO al seleccionar la muestra (Porcelli et al., 2008; Wolf, Schommer, Hellhammer, McEwen, & Kirschbaum, 2001). Los resultados mostraron que, una vez controlada esta variable, los niveles de cortisol después de la aplicación del protocolo de estrés eran más bajos en las mujeres (18.9 ± 2.5 nmol/L) que en los hombres (24.5 ± 4.7 nmol/L), aunque estas diferencias no fueron significativas. Otros estudios no reportan diferencias significativas en los niveles sistémicos de cortisol entre las participantes femeninas que usan AO, ni asociado a la fase del ciclo menstrual, después de aplicar el protocolo TSST (Smeets, Giesbrecht, Jellicic, & Merckelbach, 2007).

En conclusión, los resultados obtenidos en el presente estudio y en otros realizados en los últimos años permiten suponer que, en efecto, pueden existir diferencias de género en la actividad del eje HHS, no solo en función de la

exposición a situaciones ambientales demandantes, sino en su actividad basal. Sin embargo, serían necesarios estudios complementarios con un número mayor de participantes para llegar a conclusiones definitivas. De igual forma, estos resultados permiten sugerir que en la aplicación del protocolo TSST es importante controlar la variable de consumo de anticonceptivos orales, tanto en aquellas participantes que serán asignadas al grupo experimental, como en las que harán parte del grupo placebo, ya que el uso del mencionado tratamiento hormonal podría incluso afectar los niveles basales de cortisol.

Con relación a los resultados obtenidos en el estudio en relación al rendimiento en la tarea de atención sostenida y dividida, fue clara la ausencia de diferencias significativas entre los grupos de tratamiento y entre los sexos, en todos los indicadores del PASAT registrados (respuestas correctas, respuestas incorrectas, no respuestas y respuestas tardías). Estos resultados indican que el rendimiento en la tarea atencional no se ve afectado, a pesar de los incrementos presentados en los niveles de cortisol en los participantes de sexo masculino.

Estos resultados se suman a una parte de la evidencia previamente reportada, según la cual la exposición a situaciones experimentales de estrés social agudo no afecta de manera significativa la ejecución en tareas de atención (Schmidt et al., 1999; Hoffman & al'Absi, 2004). Otros estudios, en los cuales se buscó determinar el efecto de la exposición a este tipo de situaciones en la ejecución de otros procesos cognitivos como la memoria (Wolf et al., 2001), las funciones ejecutivas (Scholz et al., 2009) o la memoria de trabajo (Porcelli et al., 2008), mostraron resultados semejantes. De esta forma, es posible que algunos tipos de tareas no se afecten por la exposición a situaciones de estrés social, tal como fue observado en el presente estudio.

Varios autores han propuesto que el PASAT es una tarea difícil, dado que para su resolución se requiere la rápida aplicación de

cálculos aritméticos no convencionales (Brooks et al., 2011; Cores et al., 2011; Hoffman & al'Absi, 2004; Mathias et al., 2004). Así, pareció razonable suponer que una tarea de mayor complejidad podría verse más afectada por el estrés, en contraste a lo observado con otras pruebas más simples que evalúan la capacidad atencional. Por otro lado, existe evidencia que sugiere que la exposición al PASAT puede inducir estados de ánimo negativos (Holdwick & Wingefeld, 1999); de forma que, de acuerdo a nuestra hipótesis, la combinación de dicho efecto emocional con la consecuencia fisiológica y conductual de la exposición al protocolo de estrés experimental podría inducir déficits en los indicadores de atención que se evalúan en la prueba.

Los resultados obtenidos no respaldan las hipótesis planteadas en el presente estudio, a pesar de los claros efectos fisiológicos observados, en particular en el caso de los participantes del sexo masculino. Son varias las aproximaciones que se pueden presentar para explicar estos resultados. Inicialmente, es posible pensar que la situación diseñada por nosotros no fue capaz de producir incrementos en la actividad del eje HHS suficientes para generar efectos observables en la ejecución del PASAT; lo anterior, basados en la bien conocida relación en forma de U invertida entre los efectos del estrés y la ejecución de pruebas cognitivas, según la cual niveles demasiado bajos o demasiado altos de cortisol afectan la ejecución en dichas pruebas, mientras que niveles intermedios parecen no afectarlas o incluso las mejoran (Wolf et al., 2001). Esta posibilidad se apoya en un trabajo previo de Kirschbaum, Wolf, May, Wippich y Hellhammer (1996), en el cual no se observaron efectos de la exposición del TSST en la ejecución de una tarea de memoria verbal, a pesar de haberse producido incrementos de más del doble en los niveles sistémicos de cortisol, en comparación con los sujetos no expuestos a estrés. Cabe señalar que dichos incrementos fueron menores que aquellos inducidos a través de la aplicación de fármacos, los cuales sí

fueron capaces de afectar la ejecución de este tipo de tareas de memoria verbal.

Los principales estudios de meta análisis e investigaciones que revisan la influencia de los glucocorticoides en la cognición, en modelos animales y en humanos (Lupien & McEwen, 1997; Lupien et al., 2007; Vedhara et al., 2000), están de acuerdo en afirmar que la naturaleza precisa de la relación entre estas dos variables es la función de U invertida, donde el pico del nivel de activación depende tanto de la cantidad de los glucocorticoides como del tipo de cognición o naturaleza de la tarea. Por lo tanto, los datos del presente trabajo sugerirían que el pico de los niveles de cortisol para la función atencional evaluada en el PASAT podría encontrarse en un nivel óptimo de desempeño para población en estado de salud normal y un mayor estrés afectaría el rendimiento. Estos resultados están en conformidad con lo reportado por Hoffman & al'Albsi (2004), para quienes es probable que el tipo de tarea evaluada en el PASAT no sea susceptible a la exposición a situaciones cotidianas demandantes y, en el caso del presente estudio, tampoco parece susceptible a la situación de estrés experimental utilizada.

Sigue siendo interesante, sin embargo, que la citada ausencia de resultados en el PASAT se presente en los mismos sujetos en los cuales se encontraron marcados incrementos en los niveles de cortisol. Podría pensarse que la toma de la muestra de saliva no se hizo en el momento adecuado y que los incrementos observados podrían reflejar la aplicación del PASAT que, como ya se dijo, puede ser considerado como una experiencia emocionalmente significativa para los participantes. Sin embargo, como se recordará, la muestra de saliva fue tomada inmediatamente después de aplicar el protocolo TSST, es decir, 10 min después de concluida la exposición al protocolo de estrés. Este intervalo corresponde a la ventana temporal (entre 15 y 30 min) en la cual se han descrito los efectos pico del estrés inducido experimentalmente (Het et al., 2009;

Kirschbaum et al., 1993, 1996). Por lo anterior, podemos argumentar que dada la forma en la cual se presenta la activación del eje HHS, la exposición al PASAT no contribuyó en los incrementos observados en los niveles de cortisol. De todas formas, sería interesante, en una próxima investigación, incluir un grupo que sea expuesto únicamente al protocolo de estrés social agudo, con el fin de descartar completamente la posibilidad de efectos combinados.

Otra línea de evidencia que puede ser de utilidad para explicar la ausencia de efectos en el PASAT se basa en estudios según los cuales el contenido mismo del protocolo de estrés puede tener alguna influencia en sus efectos sobre tareas cognitivas. Por ejemplo, Mason (1968) propuso que las situaciones que más comprometen emocionalmente a las personas y que producen las mayores elevaciones en los niveles de cortisol son aquellas en las que se somete al juicio social su conocimiento o personalidad. Estudios más recientes han confirmado estos hallazgos tempranos (Dickerson & Kemeny, 2004). Como se recordará, en la presente investigación, la evaluación de los participantes fue realizada por la docente que tiene a su cargo la asignatura cuyo tema fue evaluado. Es posible que la familiaridad entre la docente y el participante haya mitigado de alguna forma los efectos de la situación de evaluación. Probablemente si los jurados hubieran sido personas desconocidas para los participantes, los incrementos en los niveles sistémicos de cortisol habrían sido mayores, y dichas elevaciones podrían haber alterado la ejecución en el PASAT. De la misma forma, en la situación original los participantes enfrentan una situación de competencia por la supuesta obtención de un empleo, lo cual no se presenta en la versión utilizada por nosotros para el presente estudio.

Se hace necesario realizar estudios posteriores, en los cuales se siga de forma más cercana el protocolo original para la inducción de estrés, incluyendo un mayor número de jurados que sean desconocidos para los participantes.

A pesar de la ausencia de efectos del estrés experimental utilizado en la ejecución de la prueba PASAT, es importante destacar que las mediciones sistémicas de cortisol arrojaron resultados confiables sobre los efectos del protocolo aplicado en la actividad del eje HHS. Esto abre una serie de posibilidades para el estudio de los efectos del estrés agudo en otros procesos cognoscitivos, ya que, hasta donde sabemos, es la primera vez que se utiliza este modelo para la inducción experimental de estrés en humanos en nuestro contexto académico. De igual forma, los resultados de la aplicación del PASAT en personas jóvenes saludables del presente estudio pueden ser contrastados con aquellos obtenidos por otros investigadores que han utilizado esta misma prueba en pacientes con trastornos neurológicos en Colombia. También se podría hacer un contraste con resultados obtenidos en Argentina, donde se realizó un estudio de estandarización que mostró resultados semejantes a los aquí obtenidos, en personas normales de entre 20 y 30 años de edad.

Referencias

- Anderson, N., Lau, M., Segal, Z., & Bishop, S. (2007). Mindfulness-based stress reduction and attentional control. *Clinical psychology and psychotherapy*, 14, 449-463.
- Belanoff, J., Gross, K., Yager, A., & Schatzberg, A. (2001). Corticosteroids and cognition. *Journal of Psychiatric Research*, 35, 127-145.
- Brooks, J., Giraud, V., Saleh, Y., Rodrigues S., Daia, L., & Fragoso, Y. (2011). Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT). A very difficult test even for individuals with high intellectual capability. *Archivos de Neuro-Psiquiatria*, 69(3), 482-484.
- Bulbrook, R., Herian, M., Tong, D., Hayward, J., Swain, M., & Wang, D. (1973). Effect of steroidal contraceptives on levels of plasma androgen sulphates and cortisol. *The Lancet*, 301, 628-631.
- Cornelisse, S., van Stegeren, A., & Joe, M. (2011). Implications of psychosocial stress on memory formation in a typical male versus female student simple. *Psychoneuroendocrinology*, 36, 569-578.
- Chida, Y. & Hamer, M. (2008). Chronic psychosocial factors and acute physiological responses to laboratory-induced stress in healthy populations: A quantitative review of 30 years of investigations. *Psychological Bulletin*, 134(6), 829-885.
- Cores, E., Vanotti, S., Moyano, P., Osorio, M., Politis, D., & Garcea, O. (2011). Estrategias de resolución del PASAT en pacientes con esclerosis múltiple y viabilidad de una versión corta del test. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 6, 80-84.
- Crawford, J. R., Obonsawin, M. C., & Allan, K. M. (1998). PASAT and components of WAIS-R performance: Convergent and discriminant validity. *Neuropsychological Rehabilitation*, 8, 255-272.
- De Kloet, E. (2004). Hormones and the stressed brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1018, 1-15.
- De Kloet, E., Oitzl, M., & Joëls, M. (1999). Stress and cognition: Are corticosteroids good or bad guys? *Trends in Neurosciences*, 22(10), 422-426.
- Dickerson, S. & Kemeny, M. (2004). Acute stressors and cortisol responses: A theoretical integration and synthesis of laboratory research. *Psychological Bulletin*, 130(3), 355-391.
- Dickerson, S., Mycek, P., & Zaldivar, F. (2008). Negative social evaluation, but not mere social presence, elicits cortisol responses to a laboratory stressor task. *Health Psychology*, 27(1), 116-121.
- Gronwall, D. & Sampson, H. (1974). *The psychological effects of concussion*. Auckland, New Zealand: Auckland University Press.
- Gruenewald, T., Kemeny, M., Aziz, N., & Fahey, J. (2004). Acute threat to the social self: Shame, social self-esteem, and cortisol activity. *Psychosomatic Medicine*, 66, 915-924.
- Hancock, P. (1986). Sustained attention under thermal stress. *Psychological Bulletin*, 99(2), 263-281.
- Het, S., Rohleder, N., Schoofs, D., Kirschbaum, C., & Wolf, O. (2009). Neuroendocrine and psychometric evaluation of a placebo version of the "Trier Social Stress Test". *Psychoneuroendocrinology*, 34, 1075-1086.

- Hitzler, B., Pietrowsky, R., Pauschinger, P., & Fehm, H. (1988). Influences of Cortisol on auditory evoked potentials (AEPs) and mood in humans. *Neuropsychobiology*, 20(3), 145-151.
- Hoffman, R. & al'Absi, M. (2004). The effect of acute stress on subsequent neuropsychological test performance (2003). *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19(4), 497-506.
- Holdwick, D. & Wingenfeld, S. (1999). The subjective experience of PASAT testing: Does the PASAT induce negative mood. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 14(3), 273-284.
- Kelly, M., Tyrkaa, A., Andersonb, G., Lawrence P., & Carpentera, L. (2008). Sex differences in emotional and physiological responses to the Trier Social Stress Tests. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 39, 87-98.
- Kirschbaum, C., Kudielka, B., Gaab, J., Schommer, N., & Hellhammer, D. (1999). Impact of gender, menstrual cycle phase and oral contraceptives on the activity of the hypothalamus-pituitary-adrenal axis. *Psychosomatic Medicine*, 61, 154-162.
- Kirschbaum, C., Pirke, K., & Hellhammer, D. (1993). The "Trier Social Stress Test". A toll for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology*, 28, 76-81.
- Kirschbaum, C., Wolf, O., May, M., Wippich, W., & Hellhammer, D. (1996). Stress and treatment induced elevations of cortisol levels associated with impaired declarative memory in healthy adults. *Life Sciences*, 58(17), 1475-1483.
- Kirschbaum, C., Wust, S., & Hellhammer, D. (1992). Consistent sex differences in cortisol responses to psychological stress. *Psychosomatic Medicine*, 54, 648-657.
- Kopell, B., Kopell, W., Wittner, D., Lunde, G., & Edwards D. (1970). Cortisol effects on averaged evoked potentials, alpha-rhythm, time estimation, and two-flash fusion threshold. *Psychosomatic Medicine*, 32, 39-49.
- Kudielka, B., Hellhammer, D., & Kirschbaum, C. (2007). Ten years of research with the Trier Social Stress Test-revisited. En E. H. Jones & P. Winkelman (Eds.), *Social neuroscience: Integrating biological and psychological explanations of social behavior* (pp. 56-83). New York: The Guilford Press.
- Kuhlmann, S., Piel, M., & Wolf, O. (2005). Impaired memory retrieval after psychosocial stress in healthy young men. *The Journal of Neuroscience*, 25, 2977-2982.
- Lupien, S., Maheu, F., Tu, M., Fiocco, A., & Schramek, T. (2007). The effects of stress and stress hormones on human cognition: Implications for the field of brain and cognition. *Brain and Cognition*, 65, 209-237.
- Lupien, S. & McEwen, B. (1997). The acute effects of corticosteroids on cognition: Integration of animal and human model studies brain. *Research Reviews*, 24, 1-27.
- Mason, J., (1968). A review of psychoendocrine research on the pituitary-adrenal cortical system. *Psychosomatic Medicine*, 30, 575-607.
- Mathias, C., Stanford, M., & Houston, R. (2004). The physiological experience of the Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT): Does the past induce autonomic arousal? *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19, 543-554.
- Pietrowsky, R., Krug, R., Fehm, H., & Born, J. (1992). The effect of "stress hormones" on emotional sensitivity. *Zeitschrift fur Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 39, 278-298.
- Porcelli, A., Cruz, D., Wenberg, K., Patterson, M., Biswal, B., & Rypma, B. (2008). The effects of acute stress on human prefrontal working memory systems. *Physiology & Behavior*, 95, 282- 289.
- Schmidt, A., Fox, N., Goldberg, M., Smith, C., & Schulkin, J. (1999). Effects of acute prednisone administration on memory, attention and emotion in healthy human adults. *Psychoneuroendocrinology*, 24, 46-483.
- Scholz, A., La Marca, R., Nater, U., Aberle, I., Ehlert, U., Hornung, R., ...Kliegel M. (2009). Go no-go performance under psychosocial stress: Beneficial effects of implementation intentions. *Neurobiology of Learning and Memory*, 91(1), 89-92.
- Selye, H. (1975). Stress and distress. *Comprehensive therapy*, 1, 9-13.

- Sherman, E. M. S., Strauss, E., & Spellacy, F. (1997). Validity of the Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT) in adults referred for neuropsychological assessment after head injury. *The Clinical Neuropsychologist*, 11, 34-45.
- Spreen, O. & Strauss, E. (1998). *A compendium of neuropsychological tests*. New York: Oxford University press.
- Smeets, T., Giesbrecht, T., Jelicic, M., & Merckelbach, H. (2007). Context-dependent enhancement of declarative memory performance following acute psychosocial stress. *Biological Psychology*, 76(1-2), 116-123.
- Test inmunológico in vitro para la determinación cuantitativa de cortisol en suero, plasma, orina y saliva humanos (Ref.11875116 122). (2009). Madrid: Laboratorio Cobas S.L.
- Tombaugh, T. (2006). A comprehensive review of the paced auditory serial addition test (PASAT). *Archives of Clinical of Neuropsychology*, 21, 53-73.
- Vanotti, S. (2008). Evaluación neuropsicológica en pacientes con esclerosis múltiple. *Revista Argentina de Neuropsicología*, 12, 13-21.
- Vedhara, K., Hyde, J., Gilchrist, I., Tytherleigh, M., & Plummer, S. (2000). Acute stress, memory, attention and cortisol. *Psychoneuroendocrinology*, 25, 535-549.
- Wachtel, S. & De Wit, H. (2001). Lack of effect of intravenous hydrocortisone on mood in humans: A preliminary study. *Behavioural Pharmacology*, 12, 373-376.
- Wolf, O., Schommer, N., Hellhammer, D., McEwen, B., & Kirschbaum, C. (2001). The relationship between stress induced cortisol levels and memory differs between men and woman. *Psychoneuroendocrinology*, 26, 711-720.