

Empleo de estresores psicológicos de laboratorio en el estudio de la respuesta psicofisiológica al estrés

Luis Moya-Albiol y Alicia Salvador*

Universidad de Valencia

Resumen: En la sociedad occidental actual los principales estresores son de tipo psicológico. Las tareas de laboratorio son muy utilizadas en el estudio de las respuestas psicofisiológicas al estrés, habiendo sido la reactividad a este tipo de tareas asociada al inicio y curso de enfermedades cardiovasculares. El objetivo de este trabajo es revisar los principales estresores psicológicos de laboratorio que se han empleado para estudiar la respuesta psicofisiológica al estrés. Con este propósito se exponen las principales características de las tareas de hablar en público, las aritméticas, el test Stroop, y las de tiempo de reacción entre otras. Además, se analizan sus efectos sobre diversas variables psicofisiológicas y se comparan las respuestas en estas variables ante tareas de distinto tipo. En general, las respuestas a los estresores psicológicos de laboratorio son descritas como 'hipertónicas', ya que producen un incremento moderado de la respuesta cardiovascular y un aumento de la resistencia periférica, mientras que respuestas al ejercicio físico agudo son descritas como 'hiperquinéticas' con un marcado incremento de la respuesta cardiovascular y una disminución de la resistencia periférica.

Palabras clave: Respuesta psicofisiológica, estrés, hablar en público, test Stroop, tareas aritméticas, tiempo de reacción.

Title: Use of psychological laboratory stressors in studying the psychophysiological stress response.

Abstract: Laboratory tasks are much employed in studying the psychophysiological responses to stress. High reactivity to this type of task has been associated with the onset and development of cardiovascular illnesses. The purpose of this study was to review the main laboratory stressors which have been used in studying the psychophysiological response to stress. Public speaking tasks, arithmetic tasks, the Stroop test, and reaction time tasks among others have been analysed. The effect of these tasks on several psychophysiological variables as well as the comparison of some of the tasks have also been discussed. The response to psychological laboratory tasks are hypertonic, due to the fact that they elicit a moderate increase in the cardiovascular response and an augment in the peripheric resistance. On the contrary, responses to acute physical exercise are hypokinetic with a marked increase in the cardiovascular response and a diminution in the peripheric resistance.

Key words: psychophysiological response, stress, public speaking task, Stroop test, arithmetic tasks, reaction time.

Introducción

Desde hace tiempo se ha resaltado que el ser humano ha sufrido un cambio en cuanto al tipo de estresores a los que normalmente se enfrenta, ya que mientras nuestros antepasados habitaban en medios caracterizados por estímulos físicos hostiles y amenazantes, en la sociedad occidental actual las amenazas a las que nos enfrentamos son predominantemente psicológicas. Al principio del estudio del estrés, sólo se consideraron como estresores los estímulos físicos (Selye, 1950), pero a partir de los estudios de Mason de principios de los 70, se

aceptó que las reacciones al estrés pueden ser desencadenadas tanto por estímulos físicos como por psicológicos (Sapolsky, 1995). Actualmente se reconoce una fuerte relación entre diversos factores sociales y la salud, de forma que el aislamiento social se considera un factor de riesgo comparable a fumar, la obesidad o alteraciones en la presión sanguínea (Cacioppo, 1994).

Resulta muy difícil determinar cómo afecta y cuánto dura un acontecimiento estresante cotidiano, sobre todo si se trata de situaciones de estrés agudo donde el sujeto se enfrenta a una estimulación física, como la realización de un trabajo pesado, o psicológica en la que debe decidir rápidamente o hacer una valoración de una situación concreta. Según el "principio de especificidad relativa de la respuesta" (Lacey, Bateman y VanLehn, 1953), cada persona tiene

Dirección para correspondencia: Alicia Salvador.
Area de Psicobiología. Facultad de Psicología.
Apartado 22109, 46071 Valencia (España).
E-mail: Alicia.Salvador@uv.es

una tendencia a reaccionar de forma determinada que se repite ante todos los estresores a que es sometido. Por todo ello las situaciones de laboratorio resultan muy útiles para el estudio de las respuestas psicofisiológicas a estresores agudos de distinta naturaleza, al permitir, por un lado, estudiar esas respuestas en determinadas muestras de sujetos en condiciones controladas para poder ser posteriormente generalizadas a otras situaciones semejantes, y por otro, el control de numerosas variables moduladoras. En este contexto conviene señalar que, la reactividad a los estresores de laboratorio en humanos ha sido asociada al inicio y curso de enfermedades cardiovasculares (Kirschbaum *et al.*, 1995).

Los estudios pueden ser de campo y, por tanto, llevados a cabo en un contexto real, y de laboratorio. Si bien los primeros tienen mayor poder de generalización y extrapolación, los de laboratorio permiten mayor control de la situación, facilidad de aplicación y posibilidad de

replicación. Sin embargo, cada vez es mayor el acercamiento entre ambas aproximaciones, ya que las investigaciones actuales tratan de reproducir en el laboratorio situaciones estresantes de la vida real.

El objetivo de este artículo es revisar los principales estresores psicológicos de laboratorio que requieren un afrontamiento activo por parte del sujeto y que han sido utilizados en el estudio de la respuesta psicofisiológica al estrés. Además se pretende analizar y comparar las principales respuestas psicofisiológicas ante esos estímulos. En general, los estresores psicológicos agudos activan el sistema simpático adrenomedular y afectan al sistema inmune (Cacioppo, 1994). Los estresores de este tipo más utilizados son las tareas de hablar en público, las aritméticas, la tarea Stroop y otras tareas como los videojuegos, las de resolución de problemas y las de tiempo de reacción (Tabla 1).

Tabla 1: Principales tipos de estresores psicológicos de Laboratorio.

TAREAS DE LABORATORIO		
HABLAR EN PÚBLICO	ARITMÉTICAS	STROOP Y OTRAS
-Discursos	- Adición	- Tarea Stroop
- Entrevistas	- Sustracción	- Videojuegos, películas
- Asertividad	- Producto	- Tiempos de reacción
- Interacción familiar	- Combinación	- Resolución problemas
		- Cuestionarios

Hablar en público

Entre las tareas de 'hablar en público' se encuentran las entrevistas estresantes, los "role-playing" o discusiones sobre problemas de la vida diaria, las tareas de resolución de problemas de interacción familiar y la realización de discursos o presentaciones orales (Smith, Limon, Gallo y Ngu, 1996). Estas tareas tienen componentes estimulantes o desafiantes como el miedo a la evaluación, el componente emocional de los tópicos que se tratan y la demanda implícita y explícita a mantener el control delante de los demás.

El más empleado en los protocolos experimentales consiste en la preparación y posterior exposición de un discurso. Normalmente en estas tareas se intenta relajar a los sujetos, se les informa de las instrucciones y del tema a tratar y se les da un tiempo de preparación para pasar posteriormente a otra sala, donde el sujeto expone durante un tiempo establecido el tema preparado delante de uno o varios experimentadores, pudiendo además ser registrado con una cámara de vídeo. El tema del discurso puede ser libre (Puigcerver, Martínez-Selva, García-Sánchez y Gómez-Amor, 1989) o establecido (Carrillo, Moya-Albiol, González-Bono,

Salvador y Gómez-Amor, 2000a,b), tratándose incluso de comentarios críticos sobre la propia investigación en la que se está participando (Fahrenberg, Foerster y Wilmers, 1995) o sobre las cualidades y defectos que los sujetos ven en ellos mismos (Nicolson, Storms, Ponds y Sullon, 1997). Otros de los temas en los discursos establecidos son las actitudes hostiles hacia los extranjeros, los problemas de las personas mayores en la sociedad actual, la autodefensa ante una acusación infundada de robo, la seguridad social, el tabaco, el abuso infantil, el ingreso de las personas que declaran su homosexualidad en el ejército o las situaciones desagradables de la vida real como el hecho de tener un invitado no deseado en casa o un pariente mal atendido en un hospital (Gramer y Huber, 1993; Steptoe, Kearsley y Walters, 1993; Krittayaphong, Light, Biles, Ballenger y Sheps, 1995; Baggett, Saab y Carver, 1996; Al'Absi *et al.*, 1997; Sheffield *et al.*, 1998). Con el fin de aumentar la presión psicológica de la evaluación, se informa a los sujetos que van a ser grabados y, en algunas ocasiones, los experimentadores no expresan emociones al explicar o decir que son los evaluadores de estas tareas (Goldberg *et al.*, 1996). En otras ocasiones, además, se informa a los sujetos de que hay un evaluador, como por ejemplo un experto en neurolingüística, detrás de un falso espejo observando la ejecución (Lupien *et al.*, 1997).

Además de los discursos, este tipo de tareas puede consistir en la realización de una entrevista por parte de un evaluador, como las falsas entrevistas de trabajo, en las que los sujetos creen estar optando a un puesto laboral (Kirschbaum *et al.*, 1995). También se realizan entrevistas personales, entre las que se encuentra la entrevista de competencia social (SCI), donde los sujetos describen un cambio o problema en sus vidas, identifican las metas y estrategias que han utilizado en situaciones específicas, valoran sus capacidades y vuelven a vivir la experiencia acompañada de pensamientos y emociones. Si se realiza en adolescentes se les da unas tarjetas con los problemas más típicos de su edad que tienen que ordenar según su importancia que les den, para luego pasar a tra-

tar el primero de ellos (Ewart y Kolodner, 1991).

En general, las tareas de hablar en público producen un incremento de la respuesta cardíaca y de la presión sanguínea, aumentos en adrenalina y cortisol, y un empeoramiento del estado de ánimo (Al'Absi *et al.*, 1997; Nicolson *et al.*, 1997). Recientemente se ha comprobado que las respuestas cardiovasculares a estas tareas son moduladas por variables psicológicas como la hostilidad, la ansiedad o el estado de ánimo entre otras (Carrillo *et al.*, 2000a,b; Fichera y Andreassi, 2000). Estas tareas son muy utilizadas para estudiar las reacciones fisiológicas y psicológicas al estrés (Berntson, Uchino y Cacioppo, 1994; Sgoutas-Emch *et al.*, 1994; Kirschbaum *et al.*, 1995), y para predecir la propensión de las personas a padecer patologías de tipo cardiovascular (Krittayaphong *et al.*, 1995).

Tareas aritméticas

En las 'tareas aritméticas' se emplean diversas operaciones tales como la adición, la sustracción o el producto para producir efectos estresantes.

En una tarea de adición se proyectaban cuatro transparencias en una pantalla situada enfrente del sujeto por un período de 5 minutos, compuestas de 13 filas de números con 1 ó 2 dígitos que tenían que sumarse secuencialmente. No se permitían respuestas verbales durante la tarea, pero cada 5 minutos se preguntaba el total acumulado, y se utilizaban distractores auditivos durante toda la prueba (Roy y Steptoe, 1991). En otra se proyectaba una transparencia en una pantalla frente al sujeto durante un período de 5 minutos, que estaba compuesta de 3 filas de números con uno y dos dígitos que tenían que ser sumados secuencialmente y no se permitía responder hasta que acababa la presentación, momento en que el sujeto tenía que informar del total (Steptoe *et al.*, 1993). Otra tarea requería que se sumasen continuamente los dígitos de un número de tres cifras y que el sumatorio resultante se añe-

diese al número original (Al'Absi *et al.*, 1997; Marrero, Al'Absi, Pincomb y Lovallo, 1997). En una tarea aritmética de este tipo, la suma constaba de tres partes: primero se realizaba una operación dificultosa, a continuación dos más sencillas y, finalmente, el sujeto apretaba la barra espaciadora del teclado del ordenador apareciendo 4 opciones en pantalla, una de las cuales era la correcta (Peters *et al.*, 1998).

Entre las tareas de sustracción se encuentran algunas como la de sustraer de forma rápida números de una cifra de otros de 3 cifras en un período de 10 minutos (Wilkinson *et al.*, 1998), o las series de dos minutos en las que los sujetos tienen que realizar problemas de sustracción sin parar y sin ser corregidos por el experimentador, premiando y presentando sonidos para estimular la velocidad de reacción al contestar (Sgoutas-Emch *et al.*, 1994). En otras tareas se contaba hacia atrás de 7 en 7 correctamente y tan rápido como fuera posible durante pocos minutos desde un número de tres cifras entre 900 y 999 (Szabó *et al.*, 1994), o desde un número determinado como 2.193 ó 1.013 y de forma mental, introduciendo las respuestas en un ordenador (Sloan, Shapiro, Bagiella, Gorman y Bigger, 1995; Fontana *et al.*, 1997; Sloan *et al.*, 1997). Otras veces se realizaban sustracciones seriales sin interrupciones, haciendo las correcciones necesarias cuando había error (Uchino, Cacioppo, Malarkey y Glaser, 1995). En otra investigación los participantes escuchaban una grabación de números, el primero con 2 cifras seguido de una serie de entre 4 y 6 números de una cifra, para tener que ir restando el primero de ellos del inicial, el segundo de la diferencia y así sucesivamente (Boutcher, Nugent, McLaren y Weltman, 1998).

También hay tareas donde se combinan diferentes operaciones matemáticas como la consistente en diversos problemas presentados al sujeto mediante una grabadora, que requieren operaciones de adición o sustracción en dígitos de dos o tres cifras, siendo la ratio de adición-sustracción 3:7 y dejando un intervalo de dos segundos antes de presentar la contestación que puede ser correcta o incorrecta (Turner y

Carroll, 1985; Carroll, Turner y Rogers, 1987), la de resolver mentalmente problemas de adición y sustracción bajo presión de tiempo mientras que los sujetos permanecen sentados (Delistraty, Greene, Carlberg y Raver, 1992), o la de resolver con adición y sustracción bajo ciertas reglas problemas aritméticos con dos tripletes de números de una cifra (Gramer y Huber, 1993). Otra tarea de este tipo consistía en resolver problemas agrupados en 5 niveles de dificultad, desde el primer nivel donde se realizaban sumas de dos números de uno o dos dígitos hasta el quinto nivel en el que se presentaban multiplicaciones entre dos números, uno con dos cifras y el otro con tres, y donde los sujetos eran subidos o bajados de nivel según la corrección de sus respuestas (Allen y Crowell, 1989). También hay tareas en las que se establecen series de problemas con multiplicaciones, adiciones y sustracciones y el sujeto debe responder "sí" o "no" en función de si la solución que se le presenta es correcta o incorrecta (Van den Akker y Steptoe, 1989).

En estas tareas los sujetos pueden recibir una estimulación aversiva como un tono auditivo desagradable después de responder incorrectamente o demasiado tarde (Bongard, 1995) o, por el contrario, se puede premiar y presentar sonidos para estimular la velocidad de reacción al contestar (Sgoutas-Emch *et al.*, 1994). Sin embargo, en varias ocasiones se ha utilizado el ruido como estímulo distractor independientemente de la corrección de las respuestas (Roy y Steptoe, 1991; Steptoe *et al.*, 1993), pudiendo emplearse secuencias de ruido de contextos reales como música, tráfico, estadios de fútbol o aviones (Fahrenberg *et al.*, 1995).

Se ha observado que las tareas que incluyen este tipo de operaciones producen alteraciones en las respuestas fisiológicas, hormonales e inmunológicas (Sgoutas-Emch *et al.*, 1994). La respuesta psicoendocrina ante tareas aritméticas está caracterizada por una liberación de catecolaminas por parte de las terminaciones nerviosas simpáticas y de la médula adrenal. Las respuestas adrenocorticales parecen estar alteradas sólo en aquellos individuos caracteri-

zados por una alta reactividad cardíaca ante situaciones de estrés, mientras que la prolactina y las hormonas sexuales parecen no responder a este estresor (Biondi y Picardi, 1999).

El test "Stroop"

El test Stroop lleva el nombre de su autor, apareciendo por primera vez en un artículo sobre atención e interferencia (Stroop, 1935). Se trata de una tarea atencional fundamentada en la presentación simultánea de dos estímulos, en la que el sujeto debe concentrarse en uno de ellos e ignorar el otro que es utilizado como distractor. Desde mediados de los 60, el test Stroop ha sido empleado no sólo en estudios atencionales, sino también en otros sobre ansiedad (Von Kluge, 1992), y ha sido valorado como un "potente estresor" al compararse con otros estresores de laboratorio como las tareas aritméticas (Sinyor, Golden, Steinert y Seragianian, 1986).

Esta tarea tiene su origen en los estudios de Cattell (1886), quien concluyó que era necesario un esfuerzo cognitivo para seleccionar el nombre de los colores tras la presentación de láminas de colores que podían coincidir (ítems congruentes) o no (ítems incongruentes) con el nombre del color que tenían escrito a pie de página. Más tarde, Stroop utilizó palabras incongruentes con fichas de colores, donde el sujeto tenía que decir el nombre del color de la ficha haciendo caso omiso de la palabra que apareciese, la cual podía coincidir con el color de la ficha y tratarse de un estímulo congruente o mencionar incongruentemente otro color (MacLeod, 1991).

Posteriormente se han realizado diversas modificaciones del test de color original, como es el caso de la presentación de una palabra que nombra un color determinado, donde el sujeto debe decir el color de la palabra ignorando el significado de la misma (Rejeski, Gregg, Thompson y Berry, 1991; Hugdahl, 1995). También se han presentado cartas que contenían el nombre de un color, en diferentes colores, de forma rápida y regular (una carta

por segundo), donde el sujeto tenía que identificar verbalmente el color y después la palabra, y si se equivocaba volvía a empezar desde el primer estímulo (Duda, Sedlock, Melby y Thaman, 1988). Otra versión empleada del test de color de Stroop consiste en tres subtareas, cada una de las cuales contiene cuatro filas de diez columnas de nombres o puntos de colores. En la primera subtarea se mide la velocidad de lectura de los nombres coincidentes con el color que señalan, en la segunda la velocidad en decir de qué color es cada punto y en la tercera también con nombres pero señalando colores que no siempre corresponden con el suyo (Van Boxtel *et al.*, 1997).

En otras ocasiones el test de Stroop se incluye dentro de un protocolo más amplio como en el estudio de Von Kluge (1992), en el que se presentaban listas de estímulos sobre 3 carteles de cartón blanco, usando marcadores de 4 colores: uno de los carteles tenía barras de los 4 colores, otro palabras no relacionadas con el color y el último, nombres de colores que no correspondían con el que se presentaba (Stroop). En otro estudio se incluía tres partes en el test Stroop de dificultad creciente: respuesta pasiva, en la que se repete el nombre de los colores que se escuchan en una grabadora, apretar un botón en función del color de las cartas presentadas y, finalmente, respuesta verbal, donde se tenía que verbalizar el color de éstas (Stein y Boutcher, 1993).

Actualmente existen versiones computerizadas del Stroop de color, que aumentan el nivel de dificultad en función de la ejecución del sujeto y de la administración estandarizada y la puntuación obtenida (Goldberg *et al.*, 1996), muestran los ítems a través de una pantalla (Boutcher *et al.*, 1998) o incluso presentan retroalimentación sobre la ejecución mediante el ordenador, indicando la incorrección de la respuesta (Sloan *et al.*, 1997).

Otras modificaciones consisten en cambiar la forma de presentación de los estímulos e incluso el tipo de ítems empleados. Por ejemplo, se han utilizado analogías "auditivas" del Stroop, como tareas en las que se presentan palabras con tonos auditivos de diversa intensi-

dad localizados a la derecha o izquierda del sujeto (Pieters, 1981) o con notas musicales (Zakay y Glicksohn, 1985). En algunas ocasiones, el test Stroop se estructura en diferentes partes, como en un estudio en que fue dividido en tres subtests: uno con palabras que nombran colores, otro con palabras neutras y otro con palabras amenazantes para la persona (Fox, 1993).

Se denomina "efecto Stroop" a la interferencia cognitiva producida por la incongruencia de los estímulos, ya que el sujeto debe responder a un estímulo que es incongruente con un distractor, por lo que se produce un deterioro en la ejecución de respuestas, operativizado con una mayor latencia de respuestas y un mayor número de errores. Se han descrito diferencias individuales en el efecto de interferencia cognitiva del Stroop en función de la edad, ya que, aunque no hay diferencias entre sexos a ninguna edad, el efecto de interferencia del Stroop empieza en los años escolares y aumenta progresivamente, para disminuir posteriormente en la edad adulta hasta que se llega a los 60 años de edad, donde empieza a aumentar de nuevo. Por otro lado, el hemisferio derecho muestra mayor interferencia que el izquierdo, y este efecto es mayor en personas bilingües (MacLeod, 1991).

El "efecto Stroop" ha sido explicado desde diversas conceptualizaciones teóricas. Entre ellas se encuentran la teoría de la velocidad de procesamiento, la de la automaticidad y la del procesamiento paralelo. La teoría de la velocidad de procesamiento asume tres supuestos básicos: en primer lugar, que se produce un procesamiento de las dos dimensiones o características del estímulo a diferentes velocidades; en segundo lugar, que hay una capacidad limitada de respuesta en un determinado canal por lo que sólo una de las dos posibles respuestas puede ser admitida y la prioridad es determinada por la velocidad, y, en tercer y último lugar, que se pueden ofrecer respuestas desde diferentes orígenes, incluyendo los estímulos precedentes. Según la hipótesis se produce una captación en dos dimensiones distintas, pudiendo interferir una en la otra, especialmente si la dimensión a despreciar es la más rápida, ya

que la velocidad marca la prioridad. La teoría de la automaticidad parte del supuesto de que el grado de desarrollo del aprendizaje es el responsable de la interferencia, por lo que la información que se procese más automáticamente interferirá en la que se procese de forma menos automática. Estas dos teorías no son incompatibles entre sí, y tienen en común que ofrecen modelos de procesamiento de la información secuenciales. Sin embargo, desde la Psicología Cognitiva se ha propuesto la hipótesis de procesamiento paralelo de la información (Morton y Chambers, 1973), el cual tiene lugar mediante vías diferentes que se activan con distinta fuerza (Cohen, Dunbar y McClelland, 1990).

Al utilizar el test de color de Stroop se han descrito cambios a nivel psicológico, como aumentos en ansiedad-estado y tensión; fisiológico, ya que hay un aumento de la frecuencia cardíaca, de la respiración y de la actividad electrodérmica; conductual, pues se ha observado mayor tensión muscular; y hormonal, con un aumento de los niveles de las catecolaminas, aunque parece no afectar sensiblemente al eje hipotálamo-hipofiso-adrenal (Tulen, Moleman, Van Steenis y Boomsma, 1989; Sothmann, Hart y Horn, 1992; Biondi y Picardi, 1999; Moya-Albiol *et al.*, en prensa). Todo ello demuestra la consideración del test Stroop como tarea estresante y con capacidad de producir, por tanto, las respuestas características al estrés en los distintos niveles de análisis.

Tiempo de reacción

Aunque el 'tiempo de reacción' suele utilizarse como un parámetro de ejecución en algunas tareas estresantes como las aritméticas o el Stroop, en algunos estudios se ha empleado como un estresor en sí mismo, con diferentes modalidades de presentación. Este tipo de tarea consiste básicamente en responder tan pronto como sea posible a la presentación de diversos estímulos como un tono auditivo (Allen, Boquet y Shelley, 1991; Sherwood *et al.*, 1997), un icono o una luz (Siddle, Lipp y Dall,

1996) que pueden ser presentados a la derecha o la izquierda de la pantalla (Bongard, 1995). Otras tareas de tiempo de reacción consisten en la presentación secuencial de letras de colores donde el sujeto debe presionar una tecla lo más rápido posible cuando las dos letras sean iguales en carácter y color (Sloan *et al.*, 1995), o la presentación de una palabra determinada mediante un monitor de vídeo unas 60 veces en 10 minutos, oscilando el intervalo de presentación entre 4 y 30 segundos (Marrero *et al.*, 1997). A veces estas tareas son aversivas, ya que se amenaza con la administración de un shock eléctrico si el sujeto tiene una respuesta demasiado lenta (Light, Obrist, James y Strogatz, 1987; Sherwood *et al.*, 1997). En un estudio se utilizó un protocolo que comprendía dos tareas de tiempo de reacción: en la primera, los sujetos tenían que apretar el botón adecuado de entre cuatro opciones para evitar un tono auditivo, y en la segunda tenían que detectar la presencia de uno de tres caracteres previamente memorizados al mostrarse un cuarto, y apretar un botón determinado para indicar si se correspondía o no (De Geus, Van Doormen y Orlebeke, 1993).

Otras tareas

Otras tareas utilizadas en el laboratorio son los videojuegos, la proyección de escenas de películas, la resolución de problemas y los efectos de diversos cuestionarios.

Se han utilizado videojuegos de todo tipo como estresores psicológicos de laboratorio como, por ejemplo, un videojuego sobre partidos de fútbol (Van den Akker y Steptoe, 1989), de tenis (Trap-Jensen *et al.*, 1982) o una versión de "los invasores del espacio" donde los sujetos tenían dos botones accionados por la mano derecha para los movimientos a izquierda y derecha, y otro por la mano izquierda para abrir fuego (Turner y Carroll, 1985; Carroll *et al.*, 1987). En general, los niveles plasmáticos de norepinefrina aumentan significativamente en respuesta a los videojuegos, mientras que la ac-

tividad adrenomedular no parece verse fuertemente afectada (Biondi y Picardi, 1999).

Las tareas de proyección de escenas consisten en la presentación de extractos de películas de cine, como por ejemplo el efecto de la amenaza de una guerra nuclear, el holocausto o diversos temas que representen malestar, distrés o destrucción (Van den Akker y Steptoe, 1989). Se han descrito incrementos en cortisol (Berger *et al.*, 1987) y disminuciones en testosterona (Hellhammer, Hubert y Schürmeyer, 1985) con este tipo de presentaciones, aunque en otro estudio se produjo un incremento de la ansiedad-estado sin que se viese afectada la respuesta hormonal (Demyttenaere, Nijs, Evers-Kiebooms y Koninckx, 1989). Recientemente, se ha descrito una asociación entre la respuesta cardiovascular y los procesos afectivos subyacentes a la proyección de escenas de películas desagradables (Palomba, Sarlo, Angrilli, Mini y Stegagno, 2000).

También se han utilizado tareas de resolución de problemas, como las adaptaciones de las matrices progresivas de Raven, donde el sujeto tiene que completar series de matrices visuales utilizando una de las seis u ocho opciones presentadas (Steptoe, Moses, Mathews y Edward, 1990). Una tarea de identificación de dígitos consiste en matrices de 6x6 con 36 números de dos cifras donde los sujetos tienen que analizar cada matriz para ver si se encuentran uno, ninguno o los dos números previamente determinados (Thum, Boucsein y Kuhmann, 1995).

Hay tareas que incluyen procesos atencionales y pericia psicomotora, como la que consiste en una señal que se mueve constantemente de derecha a izquierda en la pantalla del ordenador, y los sujetos tienen que mantenerla dentro de una área a través de un mando, pudiendo variar la velocidad y dificultad de la misma (Kohlsch y Schaefer, 1996).

Por otra parte, se han estudiado también los efectos de diversos cuestionarios como los tests de Eysenck de Inteligencia que incluyen tareas verbales, visuoespaciales y de habilidad numérica (Zervas, 1990); test de aprendizaje verbal que miden la habilidad de incorporar

nueva información verbal; de velocidad psicomotora o de velocidad en el procesamiento de la información (Van Boxtel *et al.*, 1997). Un test de habilidad mental es el denominado "test de cuenta atrás de dígitos" donde se van leyendo series de números y el sujeto tiene que repetirlos en orden inverso (Roth, 1989).

Comparación entre las respuestas psicofisiológicas a distintos estresores de laboratorio

La respuesta autonómica es diferente según el tipo de estresor, ya que el patrón de respuesta cardiovascular a un estresor de tipo psicológico o emocional como una tarea aritmética o de hablar en público se diferencia de forma marcada de los ajustes cardiovasculares que se producen durante la exposición a un estresor físico como la realización de una cicloergometría. En este sentido, mientras que las respuestas al ejercicio físico agudo pueden ser entendidas principalmente como "hiperquinéticas", con un marcado incremento de la respuesta cardiovascular y una disminución en la resistencia periférica, en el caso de los estresores psicológicos pueden entenderse como básicamente "hipertónicas", con un incremento moderado en la respuesta cardiovascular y un aumento en la resistencia periférica (Gramer y Huber, 1993). Además, el estrés mental causa un incremento menor en frecuencia cardíaca y de igual o mayor grado en presión sanguínea que el ejercicio físico (Light, Turner, Hunderliter, Girdler y Sherwood, 1994; Krittayaphong *et al.*, 1995), aunque las respuestas inmune y endocrina a tareas de afrontamiento activo en el laboratorio pueden ser similares a las respuestas de ejercicio cardiorrespiratorio de alta intensidad (Field, Gougeon y Marliss, 1991; Gabriel, Urhausen y Kinderman, 1991).

Por otra parte, también los estresores psicológicos pueden presentar diferentes patrones. Así, en un estudio donde se realizaron una tarea de tiempo de reacción y una aritmética se encontraron distintos patrones de respuesta autonómica en cada una de ellas (Allen *et al.*,

1991). Las tareas de hablar en público provocan mayor reacción autonómica que las aritméticas (Gramer y Huber, 1993; Al'Absi *et al.*, 1997). Concretamente se han descrito mayores cambios en la presión sanguínea en respuesta a la entrevista de competencia social que a las tareas de videojuegos, las de dibujo en el espejo (el sujeto debe inhibir la tendencia a salirse de una señal determinada a pesar de que algunas sugerencias o distractores visuales son contrarios) y las aritméticas (Ewart y Kolodner, 1991). Al comparar una tarea de hablar en público con otra aritmética se ha encontrado un incremento en las concentraciones de cortisol en sangre tras la realización de ambas aunque fue mayor en la primera. Además hablar en público produjo mayores sentimientos de estado de ánimo negativo, ya que se observó mayor ansiedad y menor reducción de la fatiga y confusión que con la realización de la tarea aritmética (Al'Absi *et al.*, 1997).

Diversas investigaciones han combinado las tareas aritméticas con las de hablar en público con el objetivo de inducir un estado de estrés psicológico pronunciado en los sujetos experimentales (Kirschbaum, Wust, Faig y Hellhammer, 1992; Kirschbaum, Strasburger y Langkrar, 1993; Cacioppo *et al.*, 1995). En estas ocasiones se ha descrito una respuesta endocrina caracterizada por una activación simpática, adrenomedular y adrenocortical. La diferencia entre ambos estresores fue analizada en un estudio que indica que la respuesta endocrina ante la tarea aritmética produce una liberación catecolaminérgica sin afectar los niveles de otras hormonas, mientras que la tarea de discurso induce también un incremento en los niveles de cortisol (Kemmer *et al.*, 1986). Por ello, se ha hipotetizado que las respuestas adrenocorticales descritas en algunas investigaciones que incluían varios estresores eran producidas por la tarea de hablar en público (Biondi y Picardi, 1999).

A grandes rasgos, al estudiar las respuestas a un estresor de laboratorio se ha distinguido entre actividades de afrontamiento activo, en las que el movimiento físico elicitó respuestas similares a una reacción defensiva como en el

caso de la tarea Stroop (MacLeod, 1991), las tareas aritméticas (Carroll *et al.*, 1987; Szabó *et al.*, 1994; Wilkinson *et al.*, 1998), los videojuegos (Turner y Carroll, 1985; Tischenkel *et al.*, 1990) y hablar en público (Hurwitz *et al.*, 1993) y actividades de afrontamiento pasivo como la señal en el espejo o el test de presión de frío (De Geus *et al.*, 1993). En ambos patrones se incrementa la actividad del Sistema Nervioso Simpático y la resistencia periférica total (Perna, Schneiderman y LaPerriere, 1997), pero cuando el sujeto tiene que realizar una tarea de tipo motor para hacer frente a una situación o puede controlar el estímulo (evitándolo o disminuyendo su frecuencia o intensidad), la reactividad cardiovascular es mayor (Miller y Ditto, 1989). Por lo tanto, hay mayor reactividad cardiovascular ante tareas de laboratorio que requieren afrontamiento activo que ante las que requieren un afrontamiento pasivo y, en consecuencia, mayor similitud con las respuestas que se producen en situaciones reales (Bongard, 1995; Swain y Suls, 1996). Los mecanismos de defensa pueden servir como filtro en el control de la atención en las personas, pudiendo influir en la ejecución y en las reacciones ante tareas cognitivas y, por tanto, determinar la adaptación en la vida (De Leeuwe, Hentschel, Tavenier y Edelbroek, 1992).

Conclusiones

Los estresores de laboratorio han sido muy utilizados en la investigación psicobiológica con el fin de evaluar la respuesta psicofisiológica al estrés. En las últimas décadas los estresores denominados 'psicológicos' han cobrado especial importancia, al reconocerse progresivamente su relevancia en los actuales estilos de vida.

Entre los estresores psicológicos de laboratorio destacan las tareas de hablar en público, las aritméticas y el test Stroop que producen

una activación del sistema simpático adrenomedular. En general los estresores psicológicos producen un incremento moderado en la respuesta cardiovascular y un aumento de la resistencia periférica, mientras que ante estresores físicos tiene lugar un incremento marcado de la respuesta cardiovascular y una disminución de la resistencia periférica. Al ser en su mayoría tareas que requieren un afrontamiento activo por parte del sujeto producen mayor reactividad cardiovascular que otro tipo de tareas. Tanto las tareas de hablar en público como las aritméticas producen un incremento de la respuesta cardiovascular y de las concentraciones de algunas hormonas. Al presentar de forma conjunta estos dos tipos de tareas tiene lugar una activación simpática, adrenomedular y adrenocortical. Una de las tareas de laboratorio más utilizada ha sido el test de Stroop, basado en la interferencia cognitiva que se produce al presentar estímulos incongruentes. Tras la utilización de este estresor se ha observado un incremento de la ansiedad, de la frecuencia cardíaca, de la respiración, de la actividad electrodérmica, de la tensión muscular y de los niveles de catecolaminas entre otras variables psicofisiológicas. También se han utilizado otras tareas como las de tiempo de reacción, los videojuegos, la proyección de escenas de películas y algunos cuestionarios que originan ciertas diferencias en la respuesta psicofisiológica.

Las investigaciones actuales están comprobando el papel de algunas variables psicológicas, como la hostilidad, la ansiedad o el estado de ánimo, y de variables constitucionales como la edad, el género o la forma física como moduladoras de esas respuestas. Todo ello desde una perspectiva amplia que incluye parámetros fisiológicos, psicológicos, endocrinos e inmunológicos para analizar cómo se responde ante situaciones de estrés.

Referencias

- Al'Absi, M., Bongard, S., Buchanan, T., Pincomb, G. A., Licinio, J., y Lovallo, W. R. (1997). Cardiovascular and neuroendocrine adjustment to public speaking and mental arithmetic stressors. *Psychophysiology*, *34*, 266-275.
- Allen, M. T., Boquet, A. J., y Shelley, K. S. (1991). Cluster analyses of cardiovascular responsivity to three laboratory stressors. *Psychosomatic Medicine*, *53*, 272-288.
- Allen, M. T., y Crowell, M. D. (1989). Patterns of autonomic response during laboratory stressors. *Psychophysiology*, *26* (5), 603-613.
- Baggett, H. L., Saab, P. G., y Carver, C. S. (1996). Appraisal, coping, task performance, and cardiovascular responses during the evaluated speaking task. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *22* (5), 483-494.
- Berger, M., Bossert, S., Krieg, J. C., Dirlich, G., Ettmeier, W., Schreiber, W., von Zerssen, D. (1987). Interindividual differences in the susceptibility of the cortisol system: An important factor for the degree of hypercortisolism in stress situations? *Biological Psychiatry*, *22*, 1327-1339.
- Berntson, G. G., Uchino, B. N., y Cacioppo, J. T. (1994). Origins of baseline variance and the law of initial values. *Psychophysiology*, *31*, 204-210.
- Biondi, M., y Picardi, A. (1999). Psychological stress and neuroendocrine function in humans: the last two decades of research. *Psychotherapy and Psychosomatics*, *68*, 114-150.
- Bongard, S. (1995). Mental effort during active and passive coping: A dual-task analysis. *Psychophysiology*, *32*, 242-248.
- Butcher, S. H., Nugent, F. W., McLaren, P. F., y Weltman, A. L. (1998). Heart period variability of trained and untrained men at rest and during mental challenge. *Psychophysiology*, *35*, 16-22.
- Cacioppo, J. T. (1994). Social neuroscience: Autonomic, neuroendocrine and immune responses to stress. *Psychophysiology*, *31*, 113-128.
- Cacioppo, J. T., Malarkey, W. B., Kiecolt-Glaser, J. K., Uchino, B. N., Sgoutas-Emch, S. A., Sheridan, J. F., Berntson, G. G., y Glaser, R. (1995). Heterogeneity in neuroendocrine and immune responses to brief psychological stressors as a function of autonomic cardiac activation. *Psychosomatic Medicine*, *57*, 154-164.
- Carrillo, E., Moya-Albiol, L., González-Bono, E., Salvador, A., y Gómez-Amor, J. (2000a). *Efectos de las instrucciones y la hostilidad sobre la reactividad electrodérmica y cardiovascular en una tarea de hablar en público*. II Congreso de la Sociedad Española de Psicofisiología, Los Alcázares, Murcia.
- Carrillo, E., Moya-Albiol, L., González-Bono, E., Salvador, A., y Gómez-Amor, J. (2000b). *Ansiedad y respuesta autonómica al estrés: diferencias de género*. I Congreso Nacional de Psicobiología, Oviedo.
- Carroll, D., Turner, J. R., y Rogers, S. (1987). Heart rate and oxygen consumption during mental arithmetic, a video game, and graded exercise. *Psychophysiology*, *24* (1), 112-118.
- Cattel, J. M. (1886). The time it takes to see and name objects. *Mind*, *11*, 63-65.
- Cohen, F. D., Dunbar, K., y McClelland, J. L. (1990). On the control of automatic processes: A parallel distributed processing account of the Stroop effect. *Psychological Review*, *97*, 332-261.
- De Geus, E. J. C., Van Doormen, L. J. P., y Orlebeke, J. F. (1993). Regular exercise and aerobic fitness in relation to psychological make-up and physiological stress reactivity. *Psychosomatic Medicine*, *55*, 347-363.
- De Leeuwe, J. N., Hentschel, U., Tavenier, R., y Edelbroek, P. (1992). Prediction of endocrine stress reactions by means of personality variables. *Psychological Reports*, *70*, 791-802.
- Delistraty, D. A., Greene, W. A., Carlberg, K. A., y Raver, K. K. (1992). Cardiovascular reactivity in type A and B males to mental arithmetic and aerobic exercise at an equivalent oxygen uptake. *Psychophysiology*, *29* (3), 264-271.
- Demyttenaere, K., Nijs, P., Evers-Kiebooms, G., Koninckx, P.R. (1989). The effect of a specific emotional stressor on prolactin, cortisol, and testosterone concentrations in women varies with their trait anxiety. *Fertility and Sterility*, *52*, 942-948.
- Duda, J. L., Sedlock, D. A., Melby, C. L., y Thaman, C. (1988). The effects of physical activity level and acute exercise on heart rate and subjective response to a psychological stressor. *International Journal of Sport Psychology*, *19*, 119-133.
- Ewart, C. K., y Kolodner, K. B. (1991). Social competence interview for assessing physiological reactivity in adolescents. *Psychosomatic Medicine*, *53*, 513-521.
- Fahrenberg, J., Foerster, F., y Wilmers, F. (1995). Is elevated blood pressure level associated with higher cardiovascular responsiveness in laboratory tasks and with response specificity? *Psychophysiology*, *32*, 81-91.
- Fichera, L. V., y Andreassi, J. L. (2000). Cardiovascular reactivity during public speaking as a function of personality variables. *International Journal of Psychophysiology*, *37* (3), 267-273.
- Field, C. J., Gougeon, R., y Marliss, E. B. (1991). Circulating mononuclear cell numbers and function during intense exercise and recovery. *Journal of Applied Physiology*, *71*, 1089-1097.
- Fontana, F., Bernardi, P., Pich, E. M., Boschi, S., De Iasio, R., Spampinato, S., y Grossi, G. (1997). Opioid peptide modulation of circulatory and endocrine response to mental stress in humans. *Peptides*, *18* (2), 169-175.
- Fox, E. (1993). Attentional bias in anxiety: Selective or not? *Behaviour, Research and Therapy*, *31* (5), 487-493.
- Gabriel, H., Urhausen, A., y Kinderman, W. (1991). Circulating leukocyte and lymphocyte subpopulations before and after intensive endurance exercise to exhaustion. *European Journal of Applied Physiology*, *63*, 449-457.

- Goldberg, A. D., Becker, L. C., Bonsall, R., Cohen, J. D., Ketterer, M. W., Kaufman, P. G., Krantz, D. S., Light, K. C., McMahon, R. P., Noreuil, T., Pepine, C. J., Raczynski, J., Stone, P. H., Strother, D., Taylor, H., y Sheps, D. S. (1996). Ischemic, hemodynamic, and neurohormonal responses to mental and exercise stress. Experience from the Psychophysiological Investigators of Myocardial Ischemia Study (PIMI). *Circulation*, 94 (10), 2402-2409.
- Gramer, M., y Huber, H. P. (1993). Temporal an across-task stability of cardiovascular response patterns during psychological and physical challenge. *Homeostasis*, 34 (5-6), 289-301.
- Hellhammer, D. H., Hubert, W., y Schürmeyer, T. (1985). Changes in saliva testosterone after psychological stimulation in men. *Psychoneuroendocrinology*, 10, 77-81.
- Hugdahl, K. (1995). *Psychophysiology: The mind-body perspective*. United States: Harvard University Press.
- Hurwitz, B. E., Neloosen, R. A., Saab, P. G., Nagel, J. H., Spitzer, S. B., Gellman, M. D., McCabe, P. M., Phillips, D. J., y Schneiderman, N. (1993). Differential patterns of dynamic cardiovascular regulation as a function of task. *Biological Psychology*, 36, 75-79.
- Kemmer, F. W., Bisping, R., Steingrüber, H. J., Baar, H., Hardtmann, F., Schlaghecke, R., Berger, M. (1986). Psychological stress and metabolic control in patients with type I diabetes mellitus. *New England Journal of Medicine*, 314, 1078-1084.
- Kirschbaum, C., Prüssner, J. C., Stone, A. A., Federenko, I., Gaab, J., Lintz, D., Schommer, N., y Hellhammer, D. H. (1995). Persistent high cortisol responses to repeated psychological stress in a subpopulation of healthy men. *Psychosomatic Medicine*, 57, 468-474.
- Kirschbaum, C., Strasburger, C. J., y Langkrar, J. (1993). Attenuated cortisol response to psychological stress but not to CRH or ergometry in young habitual smokers. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 44, 527-531.
- Kirschbaum, C., Wust, S., Faig, H. G., y Hellhammer, D. H. (1992). Heritability of cortisol responses to human corticotropin-releasing hormone, ergometry, and psychological stress in humans. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 75, 1526-1530.
- Kohlisch, O., y Schaefer, F. (1996). Physiological changes during computer tasks: Responses to mental load or to motor demands? *Ergonomics*, 39 (2), 213-224.
- Krittayaphong, R., Light, K. C., Biles, P. L., Ballenger, M. N., y Sheps, D. S. (1995). Increased heart rate response to laboratory-induced mental stress predicts frequency and duration of daily life ambulatory myocardial ischemia in patients with coronary artery disease. *The American Journal of Cardiology*, 76, 657-660.
- Lacey, J. I., Bateman, D. E., y VanLehn, R. (1953). Autonomic response specificity. *Psychosomatic Medicine*, 15 (1), 8-21.
- Light, K. C., Obrist, P. A., James, S. A., y Strogatz, D. S. (1987). Cardiovascular response to stress II. Relationship to aerobic exercise patterns. *Psychophysiology*, 24 (1), 79-86.
- Light, K. C., Turner, R. J., Hinderliter, A. L., Girdler, S. S., y Sherwood, A. (1994). Comparison of cardiac versus vascular reactors and ethnic groups in plasma epinephrine and norepinephrine responses to stress. *International Journal of Behavior Medicine*, 13, 229-246.
- Lupien, S. J., Gaudreau, S., Tchiteya, B. M., Maheu, F., Sharma, S., Nair, N. P. V., Hauger, R. L., McEwen, B. S., y Meaney, M. J. (1997). Stress-induced declarative memory impairment in healthy elderly subjects: Relationship to cortisol reactivity. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 82 (7), 2070-2075.
- MacLeod, C. M. (1991). Half century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109 (2), 163-203.
- Marrero, A. F., Al'Absi, M., Pincomb, G. A., y Lovallo, W. R. (1997). Men at risk for hypertension show elevated vascular resistance at rest and during mental stress. *International Journal of Psychophysiology*, 25, 185-192.
- Miller, S. B., y Ditto, B. (1989). Individual differences in heart rate and peripheral vascular responses to an extended aversive task. *Psychophysiology*, 26, 506-513.
- Morton, J., y Chambers, S. M. (1973). Selective attention to words and colours. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60, 387-397.
- Moya-Albiol, L., Salvador, A., Costa, R., Martínez-Sánchez, S., González-Bono, E., Ricarte, J., y Arnedo, M. (en prensa). Psychophysiological responses to the Stroop task after a maximal cycle ergometry in elite sportsmen and physically active subjects. *International Journal of Psychophysiology*.
- Nicolson, N., Storms, C., Ponds, R., y Sulon, J. (1997). Salivary cortisol levels and stress reactivity in human aging. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 52A (2), M68-M75.
- Palomba, D., Sarlo, M., Angrilli, A., Mini, A., y Stegagno, L. (2000). Cardiac responses associated with affective processing of unpleasant film stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 36 (1), 45-57.
- Perna, F. M., Schneiderman, N., y LaPerriere, A. (1997). Psychological stress, exercise and immunity. *International Journal of Sports Medicine*, 18, S78-S83.
- Peters, M. L., Godaert, G. L. R., Ballieux, R. E., Van Vliet, M., Willmsen, J. J., Sweep, F. C. G. J., y Heijnen, C. J. (1998). Cardiovascular and endocrine responses to experimental stress: Effects of mental effort and controllability. *Psychoneuroendocrinology*, 23 (1), 1-17.
- Pieters, J. M. (1981). Ear asymmetry in an auditory spatial Stroop task as a function of handedness. *Cortex*, 17, 369-379.
- Puigcerver, A., Martínez-Selva, J. M., García-Sánchez, F., y Gómez-Amor, J. (1989). Individual differences in psychophysiological and subjective correlates of speech anxiety. *Journal of Psychophysiology*, 3, 75-81.
- Rejeski, W. J., Gregg, E., Thompson, A., y Berry, M. (1991). The effects of varying doses of acute aerobic exercise on psychophysiological stress responses in highly trained cyclists. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 13, 188-199.

- Roth, D. L. (1989). Acute emotional and psychophysiological effects of aerobic exercise. *Psychophysiology*, 26 (5), 593-602.
- Roy, M., y Steptoe, A. (1991). The inhibition of cardiovascular responses to mental stress following aerobic exercise. *Psychophysiology*, 28 (6), 689-700.
- Sapolsky, R. M. (1995). *¿Por qué las cebras no tienen úlceras?*. Madrid: Alianza.
- Selye, H. (1950). *Stress: The physiology and pathology of exposures to stress*. Montreal: Acta Inc.
- Sgoutas-Emch, S. A., Cacioppo, J. T., Uchino, B. N., Malarkey, W., Pearl, D., Kiecolt-Glaser, J. K., y Glaser, R. (1994). The effects of an acute psychological stressor on cardiovascular, endocrine, and cellular immune response: A prospective study of individuals high and low in heart rate reactivity. *Psychophysiology*, 31, 264-271.
- Sheffield, D., Krittayaphong, R., Cascio, W. E., Light, K. C., Golden, R. N., Finkel, J. B., Glekas, G., Koch, G. G., y Sheps, S. (1998). Heart rate variability at rest and during mental stress in patients with coronary artery disease: Differences in patients with high and low depression scores. *International Journal of Behavioral Medicine*, 5 (1), 31-47.
- Sherwood, A., Girdler, S. S., Bragdon, E. E., West, S. G., Brownley, K. A., Hinderliter, A. L., y Light, C. (1997). Ten-year stability of cardiovascular responses to laboratory stressors. *Psychophysiology*, 34, 185-191.
- Siddle, D. A., Lipp, O. V., y Dall, P. (1996). The effects of task type and task requirements on the dissociation of skin conductance responses and secondary task probe reaction time. *Psychophysiology*, 33, 73-83.
- Sinyor, D., Golden, M., Steinert, Y., y Seraganian, P. (1986). Experimental manipulation of aerobic fitness and the response to psychological stress. *Psychosomatic Medicine*, 48, 324-337.
- Sloan, R. P., Demeersman, R. E., Shapiro, P. A., Bagiella, E., Kuhl, J. P., Zion, A. S., Paik, M., y Myers, M. M. (1997). Cardiac autonomic control is inversely related to blood pressure variability responses to psychological challenge. *American Journal of Physiology*, 272, H2227-H2232.
- Sloan, R. P., Shapiro, P. A., Bagiella, E., Gorman, J. M., y Bigger, J. T. (1995). Temporal stability of heart period variability during a resting baseline and in response to psychological challenge. *Psychophysiology*, 32, 191-196.
- Smith, T. W., Limon, J. P., Gallo, L. C., y Ngu, L. Q. (1996). Interpersonal control and cardiovascular reactivity: Goals, behavioral expression, and the moderating effects of sex. *Journal of Personality and Social Psychology*, 70 (5), 1012-1024.
- Sothmann, M. S., Hart, B. A., y Horn, T. S. (1992). Sympathetic Nervous System and Behavioral Responses to Stress Following Exercise Training. *Physiology and Behavior*, 51, 1097-1103.
- Stein, P. K., y Boutcher, S. H. (1993). Heart-rate and blood-pressure responses to speech alone compared with cognitive challenges in the Stroop Task. *Perceptual and Motor Skills*, 77, 555-563.
- Steptoe, A., Kearsley, N., y Walters, N. (1993). Cardiovascular activity during mental stress following vigorous exercise in sportsmen and inactive men. *Psychophysiology*, 30, 245-252.
- Steptoe, A., Moses, J., Mathews, A., y Edwards, S. (1990). Aerobic fitness, physical activity and psychophysiological reactions to mental tasks. *Psychophysiology*, 27 (3), 264-274.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.
- Swain, A., y Suls, J. (1996). Reproducibility of blood pressure and heart rate reactivity: A meta-analysis. *Psychophysiology*, 33, 162-174.
- Szabó, A., Péronet, F., Frenkl, R., Farkas, A., Petrekanits, M., Meszaros, J., Hetenyi, A., y Szabó, T. (1994). Blood pressure and heart rate reactivity to mental strain in adolescent judo athletes. *Physiology and Behavior*, 56 (2), 219-224.
- Thum, M., Boucsein, W., y Kuhmann, W. (1995). Standardized task strain and system response times in human-computer interaction. *Ergonomics*, 38 (7), 1342-1351.
- Tischenkel, N. J., Saab, P. G., Schneiderman, N., Nelesen, R. A., Pasin, R. D., Goldstein, D. A., Spitzer, S. B., Woo-Ming, R., y Weidler, D. J. (1990). Cardiovascular and neurohumoral responses to behavioral challenge as a function of race and sex. *Health Psychology*, 8, 503-524.
- Trap-Jensen, J., Carlsen, J. E., Hartling, O. J., Lysbo, T., Svendsen, T. L., Tango, M., Christensen, N. J. (1982). Beta-adrenoceptor blockade and psychic stress in man: A comparison of the acute effects of labetalol, metoprolol, pindolol, and propranolol on plasma levels of adrenaline and noradrenaline. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 13, 391S-395S.
- Tulen, J. H. M., Moleman, P., Van Steenis, H. G., y Boomsma, F. (1989). Characterization of stress reactions to the Stroop Color Word Test. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 32, 9-15.
- Turner, J. R., y Carroll, D. (1985). Heart rate and oxygen consumption during mental arithmetic, a video game, and graded exercise: Further evidence of metabolically-exaggerated cardiac adjustments?. *Psychophysiology*, 22 (3), 261-267.
- Uchino, B. N., Cacioppo, J. T., Malarkey, W., y Glaser, R. (1995). Individual differences in cardiac sympathetic control predict endocrine and immune responses to acute psychological stress. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69 (4), 736-743.
- Van Boxtel, M. P. J., Paas, F. G. W. C., Houx, P. J., Adam, J. J., Teeken, J. C., y Jolles, J. (1997). Aerobic capacity and cognitive performance in a cross-sectional aging study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29 (10), 1357-1365.
- Van den Akker, O., y Steptoe, A. (1989). Psychophysiological responses in women reporting severe premenstrual symptoms. *Psychosomatic Medicine*, 51, 319-328.

- Von Kluge, S. (1992). Trading accuracy for speed: Gender differences on a Stroop task under mild performance anxiety. *Perceptual and Motor Skills*, 75, 651-657.
- Wilkinson, D. J. C., Thompson, J. M., Lambert, G. W., Jennings, G. L., Schwarz, R. G., Jefferys, D., Turner, A. G., y Esler, M. D. (1998). Sympathetic activity in patients with panic disorder at rest, under laboratory mental stress, and during panic attacks. *Archives of General Psychiatry*, 55, 511-520.
- Zakay, D., y Glicksohn, J. (1985). Stimulus congruity and S-R compatibility as determinants of interference in a Stroop-like task. *Canadian Journal of Psychology*, 39, 414-423.
- Zervas, Y. (1990). Effect of a physical exercise session on verbal, visuospatial, and numerical ability. *Perceptual and Motor Skills*, 71, 379-383.

(Artículo recibido: 4-12-2000, aceptado: 4-7-2001)

