

Modulación emocional de los reflejos defensivos mediante visualización de imágenes afectivas

María Sánchez, Elisabeth Ruiz-Padial*, Nieves Pérez, María Carmen Fernández, Pilar Cobos** y Jaime Vila
Universidad de Granada, * Universidad de Jaén y ** Universidad de Málaga

Se presentan los resultados de un estudio en el que se examinó la modulación de la respuesta cardíaca de defensa y del reflejo motor de sobresalto (pápadeo), evocados por estímulos acústicos, mediante la visualización simultánea de imágenes afectivas seleccionadas de la adaptación española del *International Affective Picture System*. 60 mujeres estudiantes voluntarias participaron en el estudio. El test psicofisiológico consistió en 9 ensayos en los que se presentaron durante 6 segundos 3 diapositivas agradables, 3 desagradables y 3 neutrales, balanceadas según el orden de presentación, con un intervalo entre ensayos de 95-120 segundos. Cada ensayo de visualización iba acompañado de la presentación, a través de auriculares, de un ruido blanco de 105 dB de intensidad, 500 milisegundos de duración y tiempo de subida instantáneo, que se iniciaba 3.5 segundos después de iniciada la diapositiva. Las variables dependientes fueron la frecuencia cardíaca segundo-a-segundo y la electromiografía integrada del músculo orbicular del ojo. Los resultados muestran una potenciación tanto de la respuesta cardíaca de defensa como del reflejo motor de sobresalto ante la visualización de las imágenes desagradables. La visualización de imágenes agradables produjo inhibición, en comparación con la visualización de imágenes neutrales, sólo en el caso del reflejo motor de sobresalto. Estos resultados dan apoyo empírico a la teoría del *priming motivacional* de los reflejos defensivos propuesta por Lang y confirman el carácter dinámico y secuencial de la respuesta cardíaca de defensa.

Emotional modulation of defensive reflexes by viewing affective pictures. We present the results of a study aimed to examine the modulation of the cardiac defense response and the startle reflex (eyeblink), elicited by acoustic stimuli, by simultaneous visualization of affective pictures selected from the Spanish adaptation of the *International Affective Picture System*. 60 volunteer student women participated in the study. The psychophysiological test consisted of 9 trials in which 3 pleasant, 3 unpleasant and 3 neutral pictures were presented, in counterbalanced order, during 6 seconds, with an intertrial interval between 95 and 120 seconds. Each visualization trial was accompanied by the presentation, through headphones, of a white noise of 105 dB intensity, 500 ms duration and instantaneous rise-time. The noise was initiated 3.5 s after initiation of the picture. Dependent variables were second-by-second heart rate and integrated electromyography of the *orbicularis oculi* muscle. Results show a potentiation of both the cardiac defense response and the startle reflex by visualization of unpleasant pictures. Visualization of pleasant pictures showed inhibition, as compared to neutral pictures, only of the startle reflex. These results give support to the *motivational priming* theory of defensive reflexes proposed by Lang and confirm the dynamic and sequential character of the cardiac defense response.

El interés por el estudio científico de la emoción está experimentando un auge en los últimos años gracias a los avances en el ámbito de las neurociencias, en general, y de la psicofisiología de la emoción, en particular. Tales avances se refieren fundamentalmente al conocimiento de los mecanismos psicológicos y neurales que activan y regulan la expresión emocional en sus tres sistemas de respuesta: el subjetivo-verbal, el conductual y el fisiológico.

Como se ha demostrado repetidamente, tomar de forma aislada cualquiera de ellos proporciona una visión imperfecta y parcial del fenómeno emocional dado que las correlaciones entre sistemas –e incluso dentro de cada sistema– tienden a ser bajas o nulas (Lang, 1968, 1995; Birbaumer y Öhman, 1993). Un factor clave ha sido el disponer de procedimientos objetivos para inducir estados emocionales en el laboratorio. Uno de estos procedimientos se basa en la visualización de imágenes afectivas, bien en formato de diapositiva o en formato digital, debidamente calibradas en cuanto a la intensidad de sus efectos en tres dimensiones afectivas: valencia, *arousal* y dominancia (Moltó et al., 1999; Bradley, 2000; Vila et al., 2001). Finalmente, el factor tal vez más decisivo sea la convergencia de datos procedentes de la investigación animal y humana sobre los mecanismos neurofisiológicos y psicofisiológicos que subyacen al sistema defensivo y, en particular, a las emo-

ciones directamente relacionadas con él: la ansiedad y el miedo (Lane y Nadel, 2000; Lang, Davis y Öhman, 2000; Bouton, Mineka y Barlow, 2001; Öhman y Mineka, 2001).

Investigaciones recientes sobre los mecanismos neurofisiológicos del sistema defensivo en animales han demostrado el importante papel que juega la amígdala, junto con otras estructuras subcorticales (lecho de la estría terminal, área tegmental ventral e hipotálamo paraventricular, entre otras) en la expresión y aprendizaje del miedo y la ansiedad (ver Fent y Fanselow, 1999, para una revisión). Aunque los mecanismos implicados son complejos, los estudios de Davis y colaboradores (Davis, 1992, 1997; Lang, Davis y Öhman, 2000; Davis y Lang, 2001) apuntan a que el centro responsable del miedo ante claves específicas de peligro es la amígdala, mientras que el núcleo del lecho de la estría terminal sería el principal centro responsable del miedo ante claves contextuales (la ansiedad, según estos autores). Uno de los principales paradigmas de investigación animal en el que se han estudiado los mecanismos neurofisiológicos ha sido el paradigma de la potenciación de reflejos defensivos (sobresalto y congelamiento) mediante la presentación de estímulos previamente condicionados de miedo (Davis, 1992; LeDoux, 1999). En humanos, este paradigma ha sido también ampliamente utilizado, aunque sustituyendo el condicionamiento pavloviano por presentación de fotografías altamente afectivas y centrando el estudio de los reflejos defensivos en el reflejo de sobresalto, medido a través del registro electromiográfico del músculo orbicular del ojo (el músculo que regula el parpadeo). Existen abundantes datos psicofisiológicos y conductuales que indican que la visualización de imágenes afectivas calibradas en cuanto a las dimensiones de *valencia* (agradable-desagradable) y *arousal* (relajante-activante) producen cambios medibles y fiables en la amplitud del reflejo de sobresalto, así como en otras medidas fisiológicas y comportamentales (ver Bradley, 2000, para una revisión; Cobos, García, Ríos y Vila, 2002). En general, los resultados de estos estudios dan apoyo empírico a la hipótesis del *priming motivacional*, propuesta por Lang y colaboradores (Lang, 1995; Lang, Bradley y Cuthbert, 1997), según la cual los reflejos incondicionados pueden ser modulados (potenciados o inhibidos) de acuerdo con el estado motivacional (aversivo o apetitivo) del organismo. En particular, los reflejos defensivos se ven aumentados cuando el organismo está motivado aversivamente (cuando observa imágenes desagradables altamente activantes) e inhibidos cuando el organismo está motivado apetitivamente (cuando observa imágenes agradables altamente activantes).

El objetivo general del presente estudio es extender el paradigma de la modulación emocional del reflejo motor de sobresalto en humanos al reflejo cardiaco de defensa. El término respuesta cardiaca de defensa (RCD) hace referencia al componente cardíaco de la respuesta ante estimulación discreta intensa o aversiva (Turpin, 1986; Vila, 1995). Los datos acumulados en los últimos años muestran que la RCD consiste en un patrón complejo de cambios en la frecuencia cardiaca con componentes acelerativos y decelerativos que aparecen en orden secuencial alterno (aceleración-deceleración-aceleración-deceleración) dentro de los 80 segundos posteriores al inicio del estímulo. Las características paramétricas de este patrón de respuesta, así como su significación neurofisiológica y psicológica, han sido ampliamente descritas en trabajos previos (ver Pérez, Vila, Fernández, García y Turpin, 1998; Vila, 1998), por lo que no repetimos aquí. En concreto, nuestro estudio pretende examinar el efecto modulador de la visualización de imá-

genes afectivas sobre los componentes cardíacos de la respuesta de defensa siguiendo la metodología utilizada por Lang y colaboradores en el estudio del reflejo motor de sobresalto. Nos interesa, por tanto, estudiar simultáneamente los cambios en la frecuencia cardiaca y en la amplitud del parpadeo ante la presentación de estímulos acústicos que evoquen ambos reflejos, mientras los sujetos observan diapositivas con un contenido emocional agradable, desagradable y neutral. Si la visualización de imágenes desagradables muestra el mismo efecto potenciador sobre ambos reflejos, nuestros datos darán apoyo empírico adicional a la hipótesis del *priming motivacional* propuesta por Lang.

Metodología

Sujetos

En este estudio participaron 60 mujeres, estudiantes de 1º y 2º curso de la Licenciatura de Psicología de la Universidad de Granada. Las edades estaban comprendidas entre 18 y 23 años (Media= 18.75; DT= 1.48). Ninguno de los sujetos presentaba problemas auditivos o cardiovasculares.

Diseño

Utilizamos un diseño factorial intrasujeto 3 x 3 siendo el primer factor el Contenido afectivo de las diapositivas con tres niveles (Agradable, Neutral y Desagradable) y el segundo factor el número de diapositivas proyectadas dentro de cada contenido afectivo, también con tres niveles. Los 60 sujetos tuvieron 9 ensayos en los que observaron 9 diapositivas seleccionadas a partir de la tipificación española del IAPS (*International Affective Picture System*, Moltó et al., 1999): 3 agradables con niveles altos de activación, 3 desagradables con niveles altos de activación y 3 neutrales con niveles bajos de activación. El orden de presentación de las diapositivas fue contrabalanceado siguiendo un procedimiento de cuadrado latino. Para el análisis estadístico se tuvo en cuenta el orden de presentación de las diapositivas, quedando un diseño factorial mixto 3 (orden) x 3 (contenido afectivo) x 3 (estímulos).

Aparatos

Los aparatos que se utilizaron para el registro y el control experimental fueron los siguientes: (1) Polígrafo marca Grass (modelo Rps 7c 8b) para el registro de las variables psicofisiológicas. El registro de la frecuencia cardiaca se obtuvo mediante un preamplificador cardiocómetro 7P4, a partir de la señal del EKG captada a partir de la derivación II. El registro del electromiograma integrado se realizó a través de un preamplificador e integrador 7P3C, a partir de la señal captada sobre el músculo orbicular del ojo izquierdo. (2) Estimulador auditivo marca Coulbourn. El sonido era escuchado a través de auriculares (marca Telephonics modelo TDH49P). La intensidad del sonido se calibró con un sonómetro (Brüel & Kjaer modelo 2235) utilizando un oído artificial (Brüel & Kjaer modelo 4153). (3) Tarjeta Advantech modelo PCL812PG con funciones de convertidor analógico-digital de 12 bits, con entrada-salida digital para la presentación de estímulos, junto con el programa informático VPM 9.1 desarrollado por Cook (Cook, 1994) para la adquisición y análisis de señales psicofisiológicas. (4) Proyector de diapositivas Kodak Ektapro 9000.

Procedimiento

La investigación se llevó a cabo en sesiones individuales de laboratorio con una duración aproximada de 75 minutos. La tarea psicofisiológica a través de la cual se evoca el reflejo de sobresalto y la respuesta de defensa consistía en presentar un ruido blanco de 105 dB de intensidad, tiempo de subida instantáneo y de 500 ms de duración mientras los sujetos observaban diapositivas de contenido afectivo proyectadas a 3 metros de distancia con una dimensión de 143 x 94 cm. El sonido se presentaba en 9 ocasiones de acuerdo con la siguiente secuencia: a) 10 minutos de período de adaptación, b) 9 presentaciones del estímulo auditivo con un intervalo entre 95 y 120 segundos, c) un período final de 120 segundos sin estimulación. La presentación de las diapositivas comenzaba 3.5 segundos antes de la aparición del sonido, estando la diapositiva expuesta durante un total de 6 segundos. Durante toda la prueba se registraba la frecuencia cardíaca y el electromiograma del músculo orbicular del ojo izquierdo. Una vez finalizado el test, el sujeto evaluaba la intensidad y desagrado de los sonidos y completaba la escala Ansiedad-Estado del Cuestionario STAI. Finalmente, se evaluaban las diapositivas, utilizando la escala Self-Assessment-Manikin (Moltó et al., 1999), en las dimensiones de valencia, *arousal* y dominancia. Por limitaciones de espacio, los resultados de estas medidas de autoinforme no se incluyen en el presente informe.

Medidas psicofisiológicas

Respuesta cardíaca de defensa

La frecuencia cardíaca segundo a segundo durante los 80 segundos posteriores a la presentación del estímulo auditivo se obtuvo a partir de los datos digitalizados del cardiotácometro. Estas puntuaciones se expresan en términos de puntuaciones diferenciales, respecto al valor promedio de los 15 segundos anteriores a su presentación (línea de base). Para facilitar el análisis, los 80 valores de frecuencia cardíaca se redujeron a 10 valores correspondientes a las medianas de la frecuencia cardíaca en los siguientes 10 intervalos (Vila, Fernández y Godoy, 1992): segundos 1-3, 4-6, 7-11, 12-16, 17-23, 24-30, 31-37, 38-50, 51-63 y 64-76.

Reflejo motor de sobresalto

La respuesta de sobresalto se definió como la amplitud de la respuesta electromiográfica integrada del músculo orbicular del ojo izquierdo, iniciada dentro de los 100 milisegundos posteriores al inicio del estímulo y expresada en microvoltios, medida desde el inicio de la respuesta hasta su máxima amplitud.

Resultados

Respuesta cardíaca de defensa

El análisis estadístico consistió en un Análisis de Varianza 3x(3x3x10) con un factor entre grupos (orden de aparición de las diapositivas) y tres de medidas repetidas (contenido afectivo de las diapositivas –agradables, desagradables y neutrales–, estímulos y medianas). En los factores de medidas repetidas se aplicó la corrección de Greenhouse-Geisser. Los resultados se presentan con los grados de libertad originales y los valores de probabilidad corregidos. Los efectos significativos del ANOVA aparecen en el

factor Estímulos ($F(2, 114) = 6.74$ ($p = 0.0035$)), en el factor Medianas ($F(9, 513) = 9.33$ ($p < 0.0001$)), y en las interacciones Contenido afectivo x Estímulos ($F(4, 228) = 3.15$ ($p = 0.0175$)), Estímulos x Medianas ($F(18, 1026) = 6.22$ ($p < 0.0001$)), Contenido afectivo x Estímulos x Orden ($F(8, 228) = 2.49$ ($p = 0.0157$)), Contenido afectivo x Medianas x Orden ($F(36, 1026) = 1.66$ ($p = 0.0481$)), y Contenido afectivo x Estímulos x Medianas x Orden ($F(72, 2052) = 2.53$ ($p < 0.0001$)). El factor Orden, Contenido afectivo y el resto de las interacciones no resultaron significativas.

El efecto principal significativo del factor Estímulos indica diferencias en la respuesta dependiendo de que la diapositiva presentada, independientemente de su contenido afectivo, fuera la primera, la segunda o la tercera. Asimismo, el efecto principal significativo del factor Medianas indica la presencia de un patrón específico de cambios en la frecuencia cardíaca. No obstante, las interacciones significativas encontradas dejan claro que las diferencias en el patrón de la respuesta cardíaca de defensa dependen no sólo del contenido afectivo de las diapositivas, sino también del orden de presentación y de los estímulos. En la figura 1 aparecen las representaciones de la RCD para las tres diapositivas (agradable, neutral y desagradable) cuando las tres aparecen en primer lugar.

Los resultados del análisis de cada una de las medianas para las tres presentaciones de las diapositivas del primer bloque muestran diferencias significativas en las medianas 1, 2, 3 y 4 de la primera presentación (ensayo 1). Como puede verse en la figura 1a, el grupo que ve la diapositiva desagradable en primer lugar tiene mayor frecuencia cardíaca en las medianas 1, 2, 3 y 4 que los otros dos grupos que ven las diapositivas neutral y agradable también en primer lugar. En la segunda presentación, continúa teniendo mayor frecuencia cardíaca el grupo que ve la diapositiva desagradable, aunque las diferencias significativas se reducen a la mediana 4 (ver figura 1b). En la tercera presentación, las diferencias significativas desaparecen (ver figura 1c).

Reflejo motor de sobresalto

Para el análisis de los resultados se aplicó un Análisis de Varianza factorial mixto 3x (3x3), con un factor entre grupos (orden de aparición de las diapositivas) y dos factores intrasujeto (Contenido afectivo y Estímulos). El análisis muestra significativo el factor Contenido afectivo ($F(2, 114) = 3.45$ ($p = 0.0409$)) y la interacción Contenido afectivo x Estímulos x Orden ($F(8, 228) = 2.74$ ($p = 0.0154$)). El efecto significativo del factor Contenido afectivo indica que existe modulación emocional de la amplitud del reflejo de sobresalto. La interacción triple indica que dicha modulación depende de la secuencia de presentación de los estímulos (los tres estímulos de cada contenido) y de su orden de presentación.

El análisis de esta interacción se realizó con tres ANOVAS 3(x3), Orden x Contenido afectivo, para cada uno de los tres bloques. Sólo aparece un efecto de la interacción Contenido afectivo x Orden para el bloque 1 ($F(4, 114) = 3.32$ ($p = 0.0257$)), esto es, para la primera diapositiva agradable, neutral y desagradable. En la figura 2 se representan estos resultados. En esta figura la amplitud del reflejo de sobresalto se expresa en términos de puntuaciones diferenciales con respecto a la media total, en lugar de expresarla en puntuaciones directas. Esta forma de representar los datos ayuda a visualizar mejor el efecto esperado de la modulación: si la puntuación diferencial es positiva es porque ha habido potenciación del sobresalto, mientras que si la puntuación es negativa es porque ha habido inhibición.

En la parte superior de la figura 2 podemos apreciar la amplitud del reflejo de sobresalto dependiendo del contenido afectivo de la diapositiva ante la presentación del primer estímulo (bloque 1). Se puede ver que la amplitud del reflejo ante la diapositiva desa-

gradable es mayor (17.265 microvoltios) que cuando se presenta la diapositiva neutral (4.582 microvoltios) y que cuando se presenta la diapositiva agradable (-7.268 microvoltios), reproduciendo los resultados esperados de acuerdo con los estudios del grupo de

PRIMERA PRESENTACIÓN (BLOQUE 1)

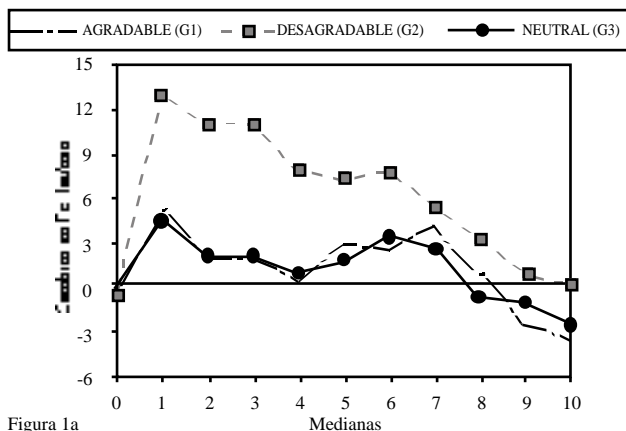


Figura 1a

SEGUNDA PRESENTACIÓN (BLOQUE 1)

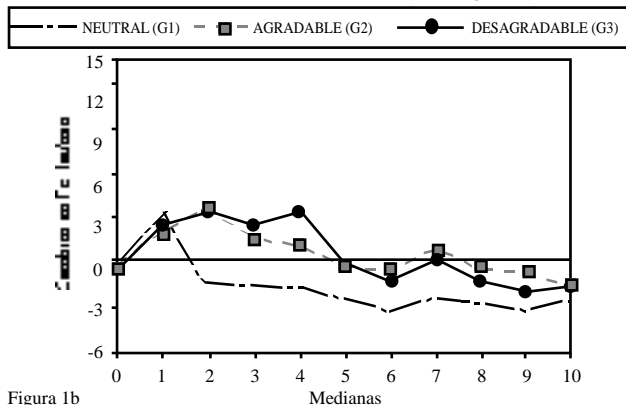


Figura 1b

TERCERA PRESENTACIÓN (BLOQUE 1)

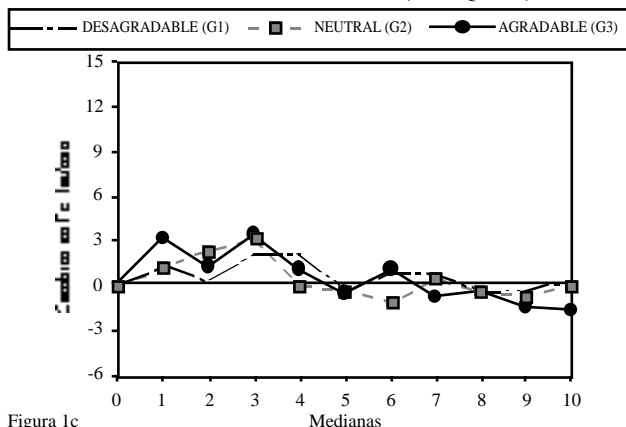
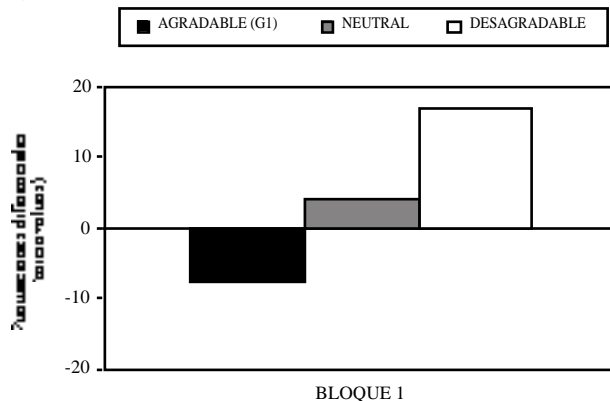


Figura 1c

Figura 1. Respuesta cardiaca de defensa a las tres primeras presentaciones del estímulo auditivo (bloque 1) en función del contenido afectivo de la diapositiva visualizada

AMPLITUD DEL EMG

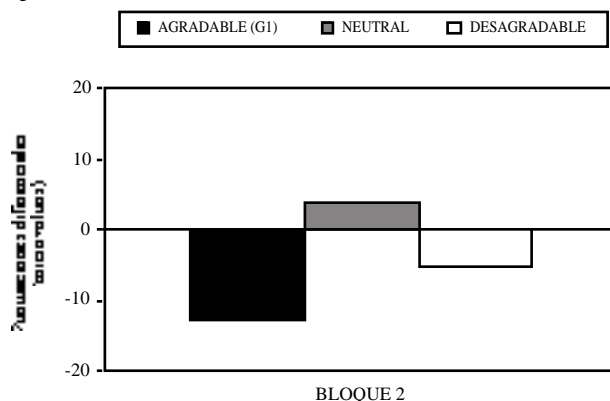
Figura 2a



BLOQUE 1

AMPLITUD DEL EMG

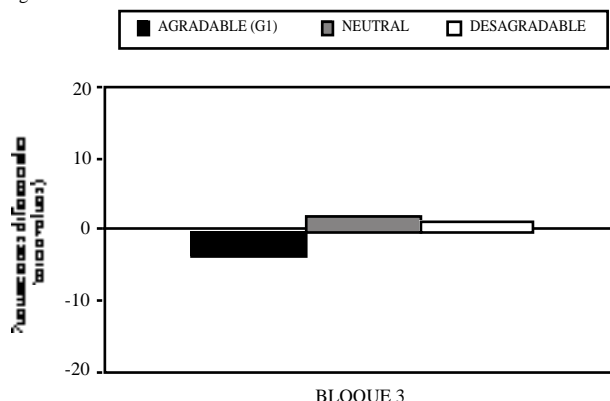
Figura 2b



BLOQUE 2

AMPLITUD DEL EMG

Figura 2c



BLOQUE 3

Figura 2. Reflejo motor de sobresalto en los tres bloques de ensayos en función del contenido afectivo de la diapositiva visualizada

Lang. En la parte media e inferior de la figura 2 se presentan los datos relativos a los bloques 2 y 3 respectivamente. Aunque se observa la misma tendencia a la modulación esperada cuando se comparan sólo las diapositivas agradable y desagradable, la magnitud del efecto es mucho menor.

Discusión

Los resultados de este estudio muestran un claro efecto modulador del contenido afectivo de las diapositivas tanto en la respuesta cardiaca de defensa como en el reflejo motor de sobresalto. En cuanto a la respuesta cardiaca de defensa, es evidente que el patrón de la respuesta queda afectado cuando el estímulo evocador se presenta por primera vez mientras los sujetos observan una diapositiva con contenido afectivo desagradable. En este caso, el patrón típico de la respuesta, repetidamente encontrado en condiciones de no visualización de imágenes (Vila, 1998), desaparece. No se observa la primera deceleración y se encuentra una única aceleración aumentada que parece unir los dos componentes acelerativos típicos de la respuesta. Las diferencias son claramente significativas en las medianas 1, 2, 3 y 4 que corresponden a la primera parte de la aceleración aumentada en el grupo de contenido afectivo desagradable en comparación con los otros dos grupos. Por consiguiente, podemos afirmar que existe potenciación de los componentes acelerativos de la respuesta ante diapositivas desagradables. No se confirma, sin embargo, la esperada atenuación de la respuesta ante las diapositivas agradables en comparación con las diapositivas de contenido afectivo neutrales. En ambos casos la respuesta es prácticamente idéntica. Por otra parte, el que las diferencias en la modulación desaparezcan a partir de la segunda presentación del estímulo acústico parece ser una consecuencia de la rápida habituación de la respuesta cardiaca de defensa repetidamente encontrada en estudios previos (Vila, 1998).

Los resultados de la amplitud del reflejo de sobresalto muestran un efecto modulador del contenido afectivo de las diapositivas en línea con los resultados del grupo de Lang (Lang, 1995; Lang, Bradley y Cuthbert, 1997; Bradley, 2000) y de un estudio anterior nuestro centrado exclusivamente en el reflejo de sobresalto (Cobos et al., 2002). Este efecto se observa claramente en el primer bloque de ensayos en el que la amplitud del reflejo es mayor ante las diapositivas desagradables (potenciación) y menor ante las diapositivas agradables (inhibición), quedando la amplitud del reflejo ante las diapositivas neutrales en una posición intermedia. Aunque se observa una tendencia similar en los bloques 2 y 3, en lo que respecta a las diapositivas agradables y desagradables, estas diferencias ya no son significativas.

En general, podemos decir que hemos encontrado un importante efecto modulador del contenido afectivo de la diapositiva tanto sobre la respuesta cardiaca de defensa como sobre el reflejo motor de sobresalto. En el caso del reflejo motor de sobresalto, nuestros resultados coinciden con los encontrados por Lang y colaboradores en numerosos trabajos. En el caso de la respuesta cardiaca de defensa, nuestros resultados muestran, por primera vez, una marcada potenciación de los componentes acelerativos de la respuesta ante las diapositivas de contenido desagradable. Quizás el dato más significativo sea la modificación de la topografía de la respuesta ante la diapositiva desagradable: la primera y segunda aceleración parecen juntarse desapareciendo completamente la primera deceleración. Además, el punto de máxima amplitud de la segunda aceleración se adelanta temporalmente alcanzando su má-

xima amplitud en la mediana 5 (correspondiente al segundo 20) o mediana 6 (correspondiente al segundo 27), en lugar de la mediana 7 (correspondiente al segundo 34), como es habitual. Este resultado es similar al encontrado cuando se utilizan señales anticipatorias del estímulo defensivo (Vila y Fernández, 1989), pero con valores de amplitud mucho mayores.

Las implicaciones teóricas de estos resultados son variadas. En primer lugar, se confirma la hipótesis del *priming motivacional* de Lang con respecto a la potenciación de reflejos defensivos, no limitándose dicha potenciación a los componentes motores del reflejo de sobresalto. En segundo lugar, la modificación de la topografía de la respuesta cardiaca de defensa ante la visualización de imágenes desagradables sugiere que los mecanismos fisiológicos (simpático-parasimpáticos) subyacentes a la respuesta se modifican bajo condiciones de pre-activación emocional desagradable. En este caso, se puede suponer que la mediación vagal responsable de la primera aceleración y primera deceleración (Vila, 1995) queda bloqueada debido a la pre-activación simpática provocada por la diapositiva de contenido desagradable, un efecto que suponemos presente, al menos, en la primera presentación de la diapositiva desagradable. El nuevo patrón acelerativo de la respuesta quedaría explicado por un mecanismo fundamentalmente simpático.

Nuestros resultados también tienen implicaciones con respecto a la interpretación psicológica de las respuestas defensivas, de acuerdo con el *modelo en cascada* propuesto por Lang, Bradley y Cuthbert (1997). Como se ha demostrado en diversos trabajos (Vila, 1998), la Respuesta cardiaca de defensa también guarda relación con procesos atencionales de aceptación sensorial (atención hacia claves externas). Combinando estos resultados con los del presente estudio, podemos plantear que el patrón típico de la respuesta defensiva refleja la secuencia de procesos psicológicos implicados en la transición de la atención a la acción, como propone el *modelo en cascada*. La primera aceleración y primera deceleración, observadas en condiciones de no predictibilidad o no visualización de imágenes afectivas, reflejarían las primeras fases de la reacción defensiva en las que predominan factores atencionales orientados al análisis del estímulo aversivo. La segunda aceleración y segunda deceleración, observadas en las mismas condiciones, reflejarían las fases posteriores de la reacción defensiva en las que predominan factores motivacionales orientados a la preparación de las acciones defensivas. Sin embargo, esta secuencia se alteraría cuando el estímulo aversivo está precedido de señales de aviso o de diapositivas de contenido desagradable, como ha ocurrido en el presente estudio. En este caso, la secuencia de reacciones se adelantaría temporalmente, las primeras fases atencionales pasarían a los estímulos previos y las fases finales preparatorias de las acciones defensivas ocuparían el núcleo central de la respuesta al estímulo aversivo. Estos últimos supuestos implican una concepción de la respuesta cardiaca de defensa de carácter dinámico según la cual sus componentes acelerativos y decelerativos, con mediación tanto simpática como parasimpática, y con significación psicológica tanto atencional como motivacional, se modificarían en función de la proximidad espacio-temporal con el estímulo aversivo. Investigaciones futuras deberán confirmar la validez de estos últimos supuestos.

Finalmente, aunque el presente estudio no ha abordado directamente el tema de los mecanismos neurofisiológicos de las reacciones defensivas, podemos afirmar que nuestros resultados son coherentes con los modelos sobre los circuitos cerebrales de las re-

acciones defensivas propuestos a partir de la investigación animal (Fendt y Fanselow, 1999; Lang, Davis y Öhman, 2000; Davis y Lang, 2001). El que la respuesta cardiaca de defensa y el reflejo motor de sobresalto provocados por estimulación acústica muestren una modulación similar, aunque no totalmente idéntica, ante la visualización de imágenes afectivas, es coherente con la presencia de un centro cerebral común (el núcleo central de la amígdala, tal como señala la mayoría de los estudios) en el que confluiría la información sensorial procedente de los estímulos acústicos y visuales (vía el tálamo sensorial, la corteza perirrinal, la corteza entorrinal, y el hipocampo, entre otros) y a partir del cual se canalizarían las diferentes reacciones defensivas vía circuitos cerebrales específicos (núcleo reticular del puente caudal para el reflejo motor de sobresalto, el hipotálamo lateral para la respuesta cardiaca de defensa y otras reacciones vegetativas, el núcleo gris central para la respuesta de congelamiento, etc.). Esta estructura jerárquica y centralizada del sistema biológico de defensa permite hablar de

reacciones defensivas comunes y de reacciones defensivas específicas distinguiendo entre dos niveles de funcionamiento defensivo: el nivel *estratégico*, controlado por los mecanismos cerebrales comunes, y el nivel *táctico*, por debajo del anterior, controlado por los mecanismos centrales y periféricos específicos de cada reacción defensiva (Lang, 1995; Vila, 1998). Aunque estamos todavía lejos de un conocimiento preciso de los mecanismos que subyacen a las reacciones defensivas y a sus emociones asociadas, en particular el miedo y la ansiedad, la convergencia de los datos neurofisiológicos y psicofisiológicos será, sin duda, clave para avanzar en dicho conocimiento.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado, en parte, gracias a las ayudas del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (proyecto PB97-0841) y Junta de Andalucía (grupo de investigación HUM-388).

Referencias

- Birmaumer, N. y Öhman, A. (1993). *The structure of emotion: Psychophysiological, cognitive and clinical aspects*. Toronto: Hogrefe y Huber.
- Bouton, M.E., Mineka, S. y Barlow, D.H. (2001). A modern learning theory perspective on the etiology of panic disorder. *Psychological Review*, 108, 4-32.
- Bradley, M.M. (2000). Emotion and motivation. En J.T. Cacioppo, L.G. Tassinari y G.G. Bemtson (Eds.), *Handbook of psychophysiology* (pp. 602-642). Cambridge: Cambridge University Press.
- Cobos, P., García, C., Rius, F. y Vila, J. (2002). Modulación emocional de la respuesta de sobresalto. *Psicothema*, 14, 106-111.
- Cook, E.W. (1994). *VPM Reference Manual*. Birmingham, Alabama: Autor.
- Davis, M. (1992). The role of the amygdala in conditioned fear. En J.P. Aggleton (Ed.), *The amygdala: Neurobiological Aspects of Emotion, Memory, and Mental Disfunction* (pp. 255-305). New York: Wiley-Liss.
- Davis, M. (1997). The neurophysiological basis of acoustic startle modulation: Research on fear motivation and sensory gating. En P. Lang, R.F. Simons y M.T. Balaban (Eds.), *Attention and Orienting: Sensory and motivational processes* (pp. 69-96). London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Davis, M. y Lang, P.J. (2001). Emotional Experience and Emotion Science. En M. Gallagher y R.J. Nelson (Eds.), *Comprehensive Handbook of Psychology, Vol. 3: Biological Psychology*. Nueva York: Wiley.
- Fendt, M. y Fanselow, M.S. (1999). The neuroanatomical and neurochemical basis of conditioned fear. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 23, 743-760.
- Lane, R.D. y Nadel, L. (Eds.) (2000). *Cognitive neuroscience of emotion*. Nueva York: Oxford University Press.
- Lang, P.J. (1968). Fear reduction and fear behavior Problems in treating a construct. En J. Schlien (Ed.), *Research in psychotherapy. III* (pp. 90-203). Washington, DC: American Psychological Association.
- Lang P.J. (1995). The emotion probe: Studies of motivation and attention. *American Psychology*, 50, 372-385.
- Lang, P.J., Bradley, M.M. y Cuthbert, B.N. (1997). Motivated attention: Affect, activation and action. En P.J. Lang, R.F. Simons y M. Balaban (Eds.): *Attention and Orienting: Sensory and Motivational Processes*, Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Lang, P.J., Davis, M. y Öhman, A. (2000). Fear and anxiety: Animal models and human cognitive psychophysiology. *Journal of Affective Disorders*, 61, 137-159.
- LeDoux, J.E. (1999). *El Cerebro Emocional*. Barcelona: Planeta (Orig. 1996).
- Moltó, J., Montañés, S., Poy, R., Segarra, P., Pastor, M.C., Tomo, M.P., Ramírez, I., Hernández, M.A., Sánchez, M., Fernández, M.C. y Vila, J. (1999). Un nuevo método para el estudio experimental de las emociones: El Internacional Affective Picture System (IAPS). Adaptación española. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 52, 55-87.
- Öhman, A. y Mineka, S. (2001). Fear, phobias and preparedness: Toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological Review*, 108, 483-522.
- Pérez, M.N., Vila, J., Fernández, M.C., García, A. y Turpin, G. (1998). Diferencias individuales asociadas a la respuesta cardiaca de defensa: variables psicofisiológicas y de personalidad. *Psicothema*, 10, 609-621.
- Turpin, G. (1986). Effects of stimulus intensity on autonomic responding: the problem of differentiating orienting and defense reflexes. *Psychophysiology*, 23, 1-14.
- Vila, J. (1995). Cardiac psychophysiology and health. En J. Rodríguez Marín (Ed.), *Health Psychology and Quality of Life Research*. Alicante: Universidad de Alicante.
- Vila, J. (1998). Psicología y salud: Entre el corazón y el cerebro. *Anuario de Psicología*, 29, 109-138.
- Vila, J. y Fernández, M.C. (1989). The cardiac defense response in humans: Effects of predictability and adaptation period. *Journal of Psychophysiology*, 3, 245-258.
- Vila, J., Fernández, M.C. y Godoy, J. (1992). The cardiac defense response in humans: Effects of stimulus modality and gender differences. *Journal of Psychophysiology*, 6, 140-154.
- Vila, J., Sánchez, M., Ramírez, I., Fernández, M.C., Cobos, P., Rodríguez, S., Muñoz, M.A., Tormo, P., Herrero, M., Segarra, P., Pastor, M.C., Montañés, S., Poy, R. y Moltó, J. (2001). El Sistema Internacional de Imágenes Afectivas (IAPS): Adaptación española. Segunda parte. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 54, 635-657.