

DEPARTAMENTO DE PERSONALIDAD, EVALUACION Y
TRATAMIENTO PSICOLOGICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
UNIVERSIDAD DE GRANADA

TESIS DOCTORAL

LA RESPUESTA CARDIACA DE DEFENSA EN HUMANOS:
SIGNIFICACION AUTONOMICA Y COMPORTAMENTAL

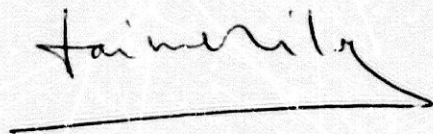
AUTORA: M^a CARMEN FERNANDEZ-SANTAELLA Y SANTIAGO
DIRECTOR: JAIME VILA CASTELLAR

GRANADA, MARZO DE 1987

D. Jaime Vila Castellar, Catedrático de Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico de la Universidad de Granada,

CERTIFICA: que la presente Tesis Doctoral, titulada LA RESPUESTA CARDIACA DE DEFENSA EN HUMANOS: SIGNIFICACION AUTONOMICA Y COMPORTAMENTAL, ha sido realizada por la doctorando bajo mi dirección en el Laboratorio de Psicofisiología Humana de la Universidad de Granada y que cumple los requisitos necesarios de calidad y originalidad para su defensa,

Y para que conste, expido el presente en Granada a 27 de Marzo de 1987.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Jaime Vila', is written above a solid horizontal line that extends across the width of the signature.

Fdo. Jaime Vila Castellar

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas cuya colaboración ha hecho posible que esta investigación se llevara a cabo. En concreto, deseo manifestar mi más sincera gratitud a Humbelina Robles, Ma Carmen Urbano y Francisca Romero por su valiosa ayuda en el análisis cuantitativo de los registros psicofisiológicos y a todos aquellos alumnos de Psicología que de forma desinteresada y cooperativa han participado como sujetos experimentales en esta investigación.

INDICE

	<u>Página</u>
<u>TITULO</u>	
<u>AGRADECIMIENTO</u>	
<u>INDICE</u>	
<u>INTRODUCCION</u>	1
<u>CAPITULO I.</u> La respuesta cardíaca de defensa en el contexto de la investigación actual.	5
1. Principales aproximaciones teóricas	6
1.1 La reflexología rusa	6
1.2 La aproximación motivacional	9
1.3 La aproximación cognitivo-atencional	13
1.4 La hipótesis de la interacción cardio-somática	17
2. La respuesta cardíaca de defensa	21
2.1 Forma de la respuesta	21
2.2 Características ectimulares: intensidad y modalidad ..	25
2.3 Habituaación de la respuesta	28
2.4 Problemas metodológicos	30
<u>CAPITULO II.</u> Bases biológicas de la respuesta cardíaca de defensa	34
1. El sistema cardiovascular	35
1.1 Mecanismos intrínsecos de control	36
1.2 Mecanismos extrínsecos de control	38
1.2.1 Control nervioso (SNA)	38
1.2.2 Control humoral	41
1.2.3 El reflejo barorreceptor	42
2. Estructuras nerviosas superiores implicadas en el control cardiovascular	44
3. La reacción de defensa	46

<u>CAPITULO III.</u> Significación comportamental de la respuesta cardíaca.	49
1. La tasa cardíaca como índice de actividad somática	50
1.1 Ajuste cardio-somático	50
1.2 Desajuste cardio-somático	52
1.3 Investigación posterior sobre el ajuste cardio-somático	55
2. La tasa cardíaca como índice de actividad cognitiva	57
2.1 Hipótesis de la "aceptación-rechazo"	58
2.1.1 Cambios tónicos	58
2.1.2 Cambios fásicos	59
2.1.3 Cambios intra-ciclos	59
2.2 La deceleración cardíaca y su interpretación cognitivo-atencional	60
2.3 La aceleración cardíaca y su relación con el procesamiento cognitivo	62
 <u>CAPITULO IV.</u> Diferencias individuales y consistencia del cardíaco de defensa: implicaciones clínicas.	 65
1. Diferencias individuales en patrones psicofisiológicos ...	68
1.1 Patrones específicos de respuesta	68
1.2 Diferencias sexuales	72
1.3 El patrón cardíaco de defensa	75
2. Consistencia temporal de las medidas autonómicas	79
3. La reactividad cardiovascular como factor de riesgo coronario	86
 <u>CAPITULO V.</u> Objetivos de la investigación.	 92
Primer Estudio	94
Segundo Estudio	96
Tercer Estudio	98
Cuarto Estudio	101

CAPITULO VI PRIMER ESTUDIO

La respuesta cardiaca de defensa: componentes y características estimulares.	104
1. <u>Estudio Preliminar</u>	105
1.1 Método	107
1.1.1 Sujetos	107
1.1.2 Diseño	107
1.1.3 Aparatos	108
1.1.4 Tarea de estimación de magnitud	109
1.1.5 Tarea de emparejamiento transmodal	113
1.1.6 Procedimiento	114
1.2 Resultados	116
1.2.1 Tarea de estimación de magnitud	116
1.2.1.1 Modalidad auditiva	116
1.2.1.2 Modalidad visual	118
1.2.1.3 Modalidad electrocutánea	118
1.2.2 Tarea de emparejamiento transmodal	121
1.2.2.1 Emparejamiento auditivo-visual	121
1.2.2.2 Emparejamiento auditivo-electrocutáneo	123
1.2.3 Determinación de los niveles de intensidad	125
2. <u>Estudio Principal</u>	127
2.1 Método	127
2.1.1 Sujetos	127
2.1.2 Diseño	127
2.1.3 Tarea experimental	128
2.1.4 Variables dependientes	129
2.1.4.1 Medidas psicofisiológicas	129
2.1.4.2 Medidas subjetivas	134
2.1.5 Aparatos	137
2.1.6 Procedimiento	140
2.2 Resultados	143
2.2.1 Descripción de la respuesta cardiaca de defensa en el grupo de Sonido Alto	145

2.2.1.1	Forma de la respuesta	146
2.2.1.2	Parámetros descriptivos	146
2.2.1.3	El parámetro ψ	151
2.2.2	Características estímulares y habituación de la respuesta cardíaca de defensa	152
2.2.2.1	Tasa Cardíaca	153
2.2.2.2	Amplitud del Pulso	189
2.2.2.3	Temperatura	202
2.2.2.4	Resistencia eléctrica de la piel	214
2.2.2.5	Cuestionario de Reactividad Subjetiva	227
2.2.3	Diferencias sexuales en el patrón de reactividad cardíaca	241
2.2.4	Diferencias individuales en el patrón de reactividad cardíaca: Análisis de cluster	249
2.2.5	Correlatos psicofisiológicos y comportamentales: Análisis discriminante	255
2.2.6	Estructura factorial de la respuesta cardíaca: Análisis de componentes principales	263
2.3	Resumen-Discusión	270

CAPITULO VII. SEGUNDO ESTUDIO

	Significación autonómica de los componentes acelerativos y decelerativos de la respuesta cardíaca de defensa.	286
1.	Método	287
1.1	Sujetos	287
1.2	Tarea experimental	287
1.3	Aparatos	288
1.4	Variables dependientes	289
1.4.1	Tasa cardíaca	290
1.4.2	Tiempo de tránsito del pulso	290
1.5	Procedimiento	291
2.	Resultados	292
3.	Resumen-Discusión	296

CAPITULO VIII. TERCER ESTUDIO

	Efectos de la predictibilidad y de la duración del período de adaptación sobre la respuesta cardíaca de defensa.	299
1. Método		300
1.1	Sujetos	300
1.2	Diseño	300
1.2.1	Predictibilidad	301
1.2.2	Período de adaptación	301
1.3	Tarea experimental	302
1.4	Variables dependientes	304
1.4.1	Medidas psicofisiológicas	304
1.4.2	Medidas subjetivas	306
1.5	Aparatos	308
1.6	Procedimiento	309
2. Resultados		311
2.1	Tasa cardíaca	311
2.1.1	Reactividad y habituación al estímulo auditivo ..	311
2.1.2	Deshabituación al estímulo auditivo	333
2.1.3	Reactividad y habituación a la señal visual ...	336
2.2	Resistencia eléctrica de la piel	340
2.2.1	Reactividad y habituación al estímulo auditivo ..	340
2.2.2	Deshabituación al estímulo auditivo	347
2.2.3	Reactividad y habituación a la señal visual ...	350
2.3	Medidas subjetivas	356
2.3.1	Escala de Activación-Desactivación (Thayer) ..	356
2.3.2	Cuestionario de Reactividad Subjetiva	356
3. Resumen-Discusión		365

CAPITULO IX. CUARTO ESTUDIO

Consistencia del patrón cardíaco de defensa y su relación con tareas atencionales de aceptación-rechazo y motivacionales de enfrentamiento activo-pasivo.	374
1. Método	375
1.1 Sujetos	375
1.2 Diseño	376
1.3 Prueba de reactividad	376
1.4 Tareas	377
1.4.1 Tarea de aritmética mental	377
1.4.2 Tarea de tiempo de reacción simple	378
1.4.3 Tarea de tiempo de reacción con amenaza de calambre	378
1.4.4 Prueba de inmersión de la mano en agua fría	379
1.5 Aparatos	380
1.6 Medidas psicofisiológicas	383
1.7 Cuestionarios	387
1.8 Procedimiento	391
2. Resultados	394
2.1 Consistencia del patrón cardíaco de defensa	394
2.1.1 Consistencia intra-sujeto	394
2.1.2 Consistencia entre-sujetos	396
2.1.3 Consistencia entre-sujetos de los parámetros de la resistencia eléctrica de la piel	398
2.1.4 Consistencia de las medidas subjetivas	400
2.2 Relación entre la consistencia del patrón cardíaco de defensa y las tareas atencionales y motivacionales ..	403
2.2.1 Tarea de aritmética mental ..	403
2.2.2 Tarea de inmersión de la mano en agua fría	408
2.2.3 Tarea de tiempo de reacción simple	413
2.2.4 Tarea de tiempo de reacción con amenaza de calambre	420
2.3 Relación entre la consistencia del patrón cardíaco de defensa y dimensiones de personalidad	449
2.3.1 Cuestionario de Personalidad de Eysenck (EPI) ...	449
2.3.2 Cuestionario "Locus de Control"	449
2.3.3 Test de las Figuras Enmascaradas	453
3. Resumen-Discusión	453

CAPITULO X. DISCUSION FINAL

461

1. Resumen general de los resultados	462
1.1 Forma de la respuesta	462
1.2 Estructura factorial	462
1.3 Características estímulares	463
1.4 Habitación	463
1.5 Otras variables psicofisiológicas	464
1.6 Reactividad subjetiva	464
1.7 Significación fisiológica	465
1.8 Significación comportamental: Efecto de la predictibilidad	466
1.9 Significación comportamental: tareas atencionales y motivacionales	467
1.10 Diferencias individuales	468
1.11 Consistencia temporal del patrón	469
2. Implicaciones de los resultados	470
2.1 La respuesta cardíaca de defensa	470
2.2 Significación comportamental	472
2.3 Significación fisiológica	478
2.4 Características estímulares evocadoras	482
2.5 Diferencias individuales y riesgo cardiovascular ...	486
2.6 Implicaciones metodológicas	490
3. Conclusiones	491

APENDICES

APENDICE A.- INSTRUCCIONES	494
APENDICE B.- CUESTIONARIOS	511
REFERENCIAS	527

INTRODUCCION

El estudio de las respuestas autonómicas en humanos ha ocupado una parte importante de la investigación psicológica tanto a nivel básico como aplicado. A nivel básico la mayor parte de los trabajos se han centrado en el estudio de las respuestas de orientación y de defensa. Tales respuestas se han investigado extensamente en el contexto de la teorización psicológica sobre los procesos emocionales y atencionales. Las respuestas psicofisiológicas de orientación han sido sin duda las más estudiadas. Las respuestas psicofisiológicas de defensa, aunque menos investigadas, han tenido también una importante tradición en psicología. Ivan Petrovich Pavlov y Walter Bradford Cannon, pioneros destacados de la psicología y la fisiología, abordaron el tema de las respuestas de defensa desde perspectivas que han tenido una fuerte influencia en la investigación psicofisiológica posterior.

Pavlov se interesó por las respuestas de defensa en el contexto del estudio de otros reflejos adaptativos, en particular, el reflejo investigador o de orientación iniciando una interpretación eminentemente atencional característica de la investigación reflexológica soviética. Esta línea interpretativa ha tenido importantes defensores en occidente, destacando por su influencia teórica los trabajos de J. y B. Lacey sobre la significación cognitivo-atencional de los cambios en tasa cardíaca.

Cannon, por su parte, se interesó por la respuesta de defensa en el contexto del estudio de la reacción adaptativa de lucha o huida ante situaciones amenazantes. Su aproximación resaltaba la interpretación motivacional de las respuestas fisiológicas de defensa que cumplirían fundamentalmente funciones metabólicas de preparación para la acción. Esta interpretación motivacional ha tenido igualmente una gran influencia en la teorización psicofisiológica posterior a través de las investigaciones sobre la "activación" y el "estrés" destacando, por su oposición a la interpretación cognitivo-atencional, los trabajos de P. Obrist sobre el ajuste cardio-somático.

A nivel aplicado, el estudio de las respuestas autonómicas ha sido objeto de gran interés por sus implicaciones en el campo de la salud. La reactividad psicofisiológica ha sido postulada como el principal

mecanismo explicativo de las relaciones entre comportamiento y salud. Estas relaciones parten del reconocimiento de la importancia de la conducta en la etiología, predisposición, precipitación, mantenimiento o agravación de numerosos problemas de salud. La asociación entre determinadas formas de comportamiento -de actuar, pensar o reaccionar emocionalmente ante situaciones ambientales- y determinados problemas médicos -incluyendo las dos principales enfermedades de nuestro tiempo: las cardiopatías coronarias y el cancer- ha sido puesta de manifiesto por numerosos estudios epidemiológicos (Elliott y Eisdorfer, 1982; Miller, 1983; Matarazzo, 1984; Jenkins, 1985).

En este contexto la reactividad cardiovascular adquiere especial importancia por suponerse un indicador de los procesos patogénicos implicados en el desarrollo de los trastornos cardiovasculares e incluso en algunos casos como un índice directo de dichos procesos. Su relevancia se debe, por una parte, al hecho de que las enfermedades cardiovasculares constituyen la principal causa de muerte en los países industrializados -la tasa de mortalidad por cardiopatía coronaria representa alrededor del 40% de todas las muertes, superando ampliamente la tasa de mortalidad por neoplasias malignas y accidentes, que ocupan respectivamente el segundo y tercer lugar (Matarazzo, 1984)-. Y, por otra parte, a la evidencia cada vez más sólida a favor de la existencia de factores típicamente psicológicos o comportamentales de alto riesgo, como son el patrón de conducta tipo-A y el estrés psicológico.

Sin embargo, a pesar de la importancia atribuida a la reactividad cardiovascular, en general, y a la respuesta cardíaca de defensa, en particular, tanto a nivel básico como aplicado, la investigación empírica sobre las características descriptivas de la respuesta cardíaca de defensa y sobre su significación fisiológica y comportamental es escasa y no exenta de contradicciones.

El objetivo de la presente investigación es profundizar en el conocimiento de la respuesta cardíaca de defensa. Un mejor conocimiento de dicha respuesta permitirá, por una parte, determinar la significación de los cambios cardíacos con relación a procesos psicológicos específicos y, por

cambios cardiacos con relación a procesos psicológicos específicos y, por otra, orientar mejor las investigaciones aplicadas que asumen como mecanismo explicativo de determinados trastornos la mayor reactividad cardíaca.

La presente Tesis Doctoral se estructura en 10 capítulos. Los 4 primeros son de revisión teórica y analizan secuencialmente el contexto de la investigación actual sobre la respuesta cardíaca de defensa (Capítulo I), sus bases biológicas (Capítulo II), su significación cognitivo-motivacional (Capítulo III) y el tema de las diferencias individuales (Capítulo IV). El Capítulo V plantea los objetivos específicos de la investigación. Tales objetivos se estructuran en 4 bloques correspondientes a 4 estudios experimentales. En el primer estudio se examinan las características descriptivas de la respuesta cardíaca de defensa y de los estímulos evocadores de la misma, así como el tema de las diferencias individuales (Capítulo VI). El segundo estudio examina la significación fisiológica de los componentes de la respuesta cardíaca de defensa (Capítulo VII). El tercer estudio aborda el tema de la significación comportamental de los componentes de la respuesta mediante la manipulación experimental de la predictibilidad y del período de adaptación (Capítulo VIII). El cuarto estudio examina la consistencia temporal del patrón de respuesta y su relación con tareas atencionales y motivacionales (Capítulo IX). Finalmente, en el Capítulo X se discuten las implicaciones de los resultados de los 4 estudios intentando dar una visión integrada de la respuesta cardíaca de defensa que permita orientar las investigaciones futuras.

CAPITULO I

LA RESPUESTA CARDIACA DE DEFENSA EN EL

CONTEXTO DE LA INVESTIGACION ACTUAL

1. PRINCIPALES APROXIMACIONES TEORICAS

1.1 LA REFLEXOLOGIA RUSA

A principios de este siglo algunos fisiólogos y psicólogos rusos utilizaron el término "reflejo de defensa" para describir un patrón complejo de reacciones elicítadas por una gran variedad de estímulos incondicionados.

Pavlov (1927) hizo una clasificación de los distintos reflejos basada sobre todo en la función que cumplían y en la naturaleza del estímulo elicítante. Describió un conjunto de reflejos entre los que se encontraban el reflejo de defensa (RD) y el investigatorio, también denominado de "¿qué es esto?". El reflejo investigatorio sería el responsable de orientar los receptores sensoriales hacia el estímulo novedoso que lo había elicítado y consistía fundamentalmente en una serie de cambios esquelético-motores de orientación hacia la fuente de la estimulación. El RD, por el contrario, estaba caracterizado por un conjunto de reacciones protectoras de naturaleza tanto activa como pasiva. Las primeras incluyen reacciones de retirada (como la respuesta de huida), reacciones de retracción (como la respuesta de parpadeo) y reacciones de rechazo (como la respuesta de vómito). Las respuestas de paralización y congelamiento se consideraban reacciones de defensa pasivas. Bekhterev (1917/1933) describió de una forma similar el RD relacionándolo con un conjunto de respuestas de evitación y huida.

Posteriormente Konorski (1948) matizó algo más la distinción entre reflejo de orientación (RO) y RD. El primero ocurre como resultado de la acción directa de un estímulo biológicamente neutral o indiferente y se manifiesta en una atención dirigida hacia dicho estímulo. El RD se describe como una reacción protectora elicítada por estímulos aversivos o peligrosos en situaciones de emergencia. Además establece una distinción entre reflejos de defensa consumatorios y preparatorios. Los primeros incluyen respuestas de parpadeo, de flexión o de lucha elicítadas directamente por la acción de un estímulo aversivo. Los RD preparatorios estarían más relacionados con reacciones de evitación tales como la respuesta de huida o de paralización.

Se debe resaltar el hecho de que tanto Pavlov como Konorski señalan ya el incremento en la sensibilidad de los receptores sensoriales como una característica típica del RO frente al RD y que ambos basaron su clasificación del reflejo en la observación de la conducta motora manifiesta.

Una aproximación diferente al estudio del reflejo incondicionado dentro de la psicología rusa fué la proporcionada por Anokhin (1960) y Sokolov (1963a), quienes se interesaron sobre todo por el estudio de los correlatos neurofisiológicos que acompañan a los distintos reflejos y no sólo por la observación de la conducta motora manifiesta. Tras realizar una serie de estudios experimentales Anokhin comprobó que un estímulo "indiferente" (el sonido de una campana, por ejemplo) podía elicitar diferentes tipos de reflejos si la clasificación se establecía sólo en base a la actividad motora. Sin embargo, cada reflejo iba a su vez acompañado de unos correlatos neurofisiológicos que permitían diferenciarlos; por ejemplo, cambios en el registro del electroencefalograma.

Paralelamente Anokhin se interesó por estudiar en profundidad el llamado "arco reflejo" considerado hasta ese momento como un sistema abierto de tres componentes, un receptor, un analizador sensorial y un efector (Pavlov, 1927). Su aportación fundamental consistió en modificar la concepción tradicional añadiendo un cuarto componente por el que se establecía una relación continua entre las acciones del efector y el receptor. Este nuevo componente actuaba a modo de bucle reflejo cerrando el sistema y fué denominado "aferentización retornante". Además resaltó la importancia de la síntesis sensorial que ocurre a nivel de las vías aferentes antes del análisis central. Fué precisamente esta nueva concepción de "bucle reflejo" introducida por Anokhin lo que sugirió a Sokolov la posibilidad de que existieran una serie de reflejos incondicionados que tuvieran como función principal la de regular la actividad de los analizadores sensoriales.

Sokolov (1963a) identificó tres clases de reflejos incondicionados -de orientación, de adaptación y de defensa- y señaló sus diferencias tanto en lo que respecta a la función sensorial específica que cumplen como en lo que respecta a las reacciones fisiológicas que acompañan a cada uno de ellos. En concreto el reflejo de defensa actuaría como un

sistema funcional generalizado de reacciones fisiológicas encargadas de limitar la acción de estímulos suficientemente intensos o dolorosos disminuyendo la sensibilidad de los analizadores sensoriales. Este reflejo presenta además las siguientes características básicas que permiten diferenciarlo del reflejo de orientación:

1. El RD es elicitado siempre por estímulos de alta intensidad o calificados como "dolorosos", por lo que en ocasiones puede ir acompañado de sensaciones de dolor o malestar. El RO, sin embargo, es elicitado siempre por estímulos de intensidad moderada.
2. El RD es no-específico en cuanto a la modalidad sensorial del estímulo se refiere ya que cualquier estímulo suficientemente intenso puede elicitarlo, los más utilizados por Sokolov fueron los auditivos y los electrocutáneos. Comparte esta segunda característica con el RO ya que cualquier tipo de estímulo "novedoso" o "indiferente" puede evocarlo.
3. El RD muestra dificultad para habituarse, incluso se puede observar un incremento en la magnitud de la respuesta con la repetición del estímulo. El RO, por su parte, se habitúa rápidamente. Sokolov sugirió, además, que la habituación de una respuesta cualquiera guarda una relación no-lineal con la intensidad del estímulo evocador, según la cual los estímulos de intensidad alta o baja elicitaban respuestas más difíciles de habituar que los estímulos de intensidad moderada.
4. Finalmente, el RD se manifiesta a nivel eferente en una serie de cambios fisiológicos entre los que ocupan un lugar destacado las reacciones vasculares, en concreto, la vasoconstricción periférica -medida en el dedo- y la vasoconstricción cefálica -medida en el área temporal, en la bifurcación entre las arterias temporal y frontal (Vinogradova y Sokolov, 1957)-. Las reacciones vasculares pueden ir acompañadas de desincronización electroencefalográfica (Sokolov, 1963b), constricción pupilar, alteraciones en el ritmo respiratorio, incremento en el número de respuestas electrodermales espontáneas y reacciones motoras tales como la respuesta de parpadeo y la de retroceso del cuerpo.

Muchas de estas últimas respuestas fisiológicas son compartidas por el RO, lo que explica la tendencia tradicional a establecer una diferencia entre ambos reflejos basada sobre todo en las reacciones vasculares cefálicas -vasodilatación en el caso del RO y vasoconstricción en el caso del RD-. De esta forma quedaron claramente identificados dos patrones de respuesta vasomotora: las reacciones recíprocas, consistentes en una vasoconstricción digital y una vasodilatación cefálica (RO) y las reacciones concomitantes, consistentes en una vasoconstricción tanto periférica como cefálica (RD). Sokolov (1963a) sugirió, además, que la vasodilatación cefálica típica del RO tenía la significación funcional de llevar sangre desde la periferia del cuerpo hacia el cortex cerebral. Este proceso facilitaría la percepción del estímulo aumentando la eficiencia de los analizadores centrales, cosa que no ocurría en las reacciones de defensa encargadas de disminuir la sensibilidad de los receptores sensoriales.

1.2 LA APROXIMACION MOTIVACIONAL

Una aproximación diferente a la interpretación de la reacción de defensa fué proporcionada por W. Cannon (1927) en el contexto de las críticas que formuló a la teoría de James-Lange sobre las emociones. Según esta teoría las emociones son las sensaciones procedentes de los cambios corporales producidos por la percepción de los estímulos externos. Los cambios fisiológicos periféricos jugarán, por tanto, un papel esencial en la experiencia y expresión de las emociones, por lo que cada emoción distinta deberá ir acompañada de cambios fisiológicos distintos.

Las críticas de Cannon se centraron en cinco puntos relativos a la supuesta implicación del Sistema Nervioso Autónomo en las emociones:

1. La separación total de las vísceras y el sistema nervioso central a través de simpatectomías o vagotomías no hace desaparecer la conducta emocional.

2. Los mismos cambios viscerales se producen en emociones aparentemente diversas así como en estados no emocionales -ejercicio físico, calor, frío, etc-.
3. Las vísceras son estructuras relativamente insensibles con pocas terminaciones nerviosas y, por tanto, incapaces de proporcionar una diferenciación precisa de los procesos psicológicos.
4. Las respuestas del sistema nervioso autónomo son lentas, mientras que las respuestas emocionales ante estímulos apropiados son rápidas, no pudiendo aquéllas ser la causa de éstas.
5. La inducción de cambios viscerales de forma artificial -mediante inyecciones de adrenalina- no provoca reacciones emocionales, a pesar de que los cambios inducidos artificialmente son los mismos que los que acompañan a las reacciones emocionales.

Cannon propuso una teoría alternativa -la "teoría emergentista de las emociones"- según la cual los cambios corporales y fisiológicos que acompañan a las distintas emociones no nos dicen nada acerca de las mismas, como postulaba la teoría de James-Lange, sino que más bien tienen la función motivacional de preparar al organismo para actuar en situaciones de emergencia que exigen una respuesta adaptativa inmediata, por ejemplo, de "lucha o huida". Los cambios corporales serán idénticos en las distintas emociones variando sólo su intensidad en función de las exigencias de movilización de recursos de cada situación.

La reacción defensiva de "lucha o huida" estaría regulada por la acción recíproca de las ramas Simpática y Parasimpática del Sistema Nervioso Autónomo (Cannon, 1930). El Sistema Nervio Simpático sería el encargado de movilizar los recursos del organismo necesarios para la acción vigorosa, mientras que el Sistema Nervioso Parasimpático actuaría de forma antagónica conservando los recursos del organismo. Cuando el organismo se enfrenta a una situación de peligro o amenaza física se producen todos los cambios fisiológicos necesarios para la acción efectiva y se reducen aquellas otras funciones corporales que no son necesarias para realizar dicha actividad.

El mecanismo fisiológico desencadenado en las situaciones de emergencia que requieren la respuesta defensiva de "lucha o huida" es descrito por Cannon (1929) como un incremento en la secreción de adrenalina por parte de la médula adrenal (parte interna de las glándulas adrenales) que conlleva la aceleración de la tasa cardíaca y del ritmo respiratorio, el incremento en la presión arterial, el paso de sangre desde el estómago y los intestinos al corazón, al Sistema Nervioso Central y a los músculos estriados, el cese de las funciones digestivas no esenciales para la vida, la disminución de la secreción salivar, el incremento en la secreción de las glándulas del sudor y el incremento en la dilatación pupilar.

Un patrón muy similar de respuestas fisiológicas fué descrito por Selye como característico de la "reacción de alarma" en el contexto de su investigación psicológica sobre el estrés (Selye, 1956, 1979). Cuando de forma repentina el organismo se enfrenta a una situación amenazante -ya sea ésta de naturaleza física o psicológica- se producen una serie de reacciones adaptativas no específicas que actúan como una "llamada a las armas" de todas las fuerzas defensivas del cuerpo. Se trata de una respuesta adaptativa no específica porque es siempre la misma independientemente del estímulo particular que la haya generado. Lo que sí varía es el grado en que se da la respuesta, que a su vez depende de la intensidad de las demandas requeridas para el ajuste metabólico adecuado. Sin embargo, la reacción de alarma ante el estrés es tan solo la primera fase de un síndrome más complejo que consta de tres etapas secuenciales y que fué denominado por Selye "Síndrome General de Adaptación" (SGA).

El síndrome se inicia cuando el individuo se encuentra por vez primera ante una situación estimular para la que no está adaptado, generándose entonces la llamada "reacción de alarma", primera fase del SGA. En este momento el organismo se moviliza por completo mediante la acción combinada de una serie de cambios neuroendocrinos que le permitirán defenderse de forma eficaz del estímulo estresante. Dos grupos de hormonas, los glucocorticoides y las catecolaminas, desempeñarán un papel esencial en todo el proceso (Selye, 1981). Los primeros, segregados por la corteza adrenal (capa externa de las glándulas adrenales) proporcionarán la energía necesaria para hacer frente a las demandas metabólicas de la situación. Por

su parte, las catecolaminas activarán un conjunto de sistemas fisiológicos esenciales para la correcta adaptación a la situación. En concreto, la adrenalina hará que se incremente la tasa cardíaca, la presión sanguínea y el ritmo respiratorio, se paralice la actividad gastrointestinal y aumente la concentración de glucosa en sangre para facilitar la actividad vigorosa. Todo esto va acompañado, además, de dilatación pupilar, incremento en la actividad electrodermal y reducción del flujo salivar.

Sin embargo, la reacción de defensa anteriormente descrita sólo puede mantenerse durante unos momentos o algunas horas. Si el estímulo estresante desaparece los sistemas fisiológicos vuelven a la normalidad. Por el contrario, si continua presente se pasa a la segunda fase del SGA conocida con el nombre de "etapa de resistencia". Esta nueva etapa se caracteriza sobre todo por una adaptación total al estímulo estresante con la consiguiente desaparición de los síntomas, acompañada de un decremento en la resistencia a otros estímulos. Si el estímulo es suficientemente severo y continúa presente durante bastante tiempo, da lugar a que se agote la capacidad adaptativa del organismo y éste entre en la tercera fase del SGA. Cuando esto ocurre cae exhausto, reaparecen los síntomas y si no consigue vencer el estrés sobreviene la muerte (Selye, 1973).

La aproximación motivacional en el estudio de las respuestas autonómicas ha tenido importantes vías de desarrollo, tanto a nivel de investigación básica -en torno al concepto de activación (Duffy, 1930; Lindsley, 1951; Hebb, 1955; Malmö, 1959)- como a nivel de investigación aplicada -en torno al concepto de estrés (Bykov, 1959; Lazarus y Folkman, 1983; Levine, 1986)-. Ambas han tenido gran importancia en psicología con aportaciones particulares específicas, aunque por lo que respecta a la interpretación fisiológica y comportamental de los cambios cardíacos el marco teórico general de referencia es similar al adoptado por Cannon y Selye.

1.3 LA APROXIMACION COGNITIVO-ATENCIONAL

La conexión entre la investigación soviética y occidental sobre la reacción de defensa se estableció a través de una importante revisión de la literatura realizada por Graham y Clifton en 1966. Como quedó expuesto en un apartado anterior, Sokolov (1963a) basó su distinción entre los reflejos de orientación y de defensa en la dirección de los cambios vasomotores periféricos y cefálicos, no estableciendo en ningún momento la forma del componente cardíaco de dichos reflejos.

Graham y Clifton (1966) fueron quienes intentaron por primera vez integrar la investigación occidental más relevante sobre la significación funcional de los cambios en tasa cardíaca con las características atribuidas por Sokolov al RO y al RD. En concreto lo que hicieron fué establecer un paralelismo entre los efectos de la aceleración y la deceleración cardíaca sobre la sensibilidad perceptiva según el modelo de Lacey y Lacey (1958) y los efectos del RO y del RD sobre la sensibilidad sensorial sugeridos por Sokolov (1963a). Graham y Clifton partían de la siguiente hipótesis: el componente cardíaco del RD debe ser una aceleración cardíaca, que en el modelo de los Lacey, como veremos más adelante, estaba asociada a un rechazo de la estimulación ambiental; el componente cardíaco del RO debe ser, sin embargo, la deceleración cardíaca asociada a una disposición a atender y recibir información ambiental.

La evaluación de esta hipótesis en base a los datos de que disponían hasta ese momento llevó a Graham y Clifton a una doble conclusión. Primera, la aceleración cardíaca es el componente típico del RD porque surge siempre ante estímulos de alta intensidad y, además, muestra dificultad para habituarse. Segunda, el componente típico del RO es una deceleración cardíaca porque es evocada ante estímulos de baja intensidad y se habitúa fácilmente con la repetición del estímulo.

El panorama se complicó, sin embargo, con la aparición de respuestas bifásicas caracterizadas por una aceleración de corta latencia seguida de una deceleración más prolongada. Estas respuestas bifásicas eran

evocadas por estímulos auditivos "suficientemente" intensos (entre 65 y 85 dB) que alcanzaban su punto de máxima intensidad ("rise time") en los cinco primeros milisegundos post-estímulo. El componente acelerativo de la respuesta bifásica fué considerado entonces por Graham y Clifton como un RD parcialmente suprimido al que denominaron reflejo de sobresalto (RS). La distinción entre el RD y el nuevo RS se estableció en los siguientes términos: el RD es una aceleración cardíaca de latencia larga (entre 2 y 5 segundos), resistente a la habituación y que probablemente está mediatizada por un incremento en la activación del Sistema Nervioso Simpático. El RS es una respuesta acelerativa de muy corta latencia (entre 1 y 2 segundos) que se habitúa rápidamente y que es el resultado de una pérdida en el tono vagal.

La revisión de Graham y Clifton (1966) tuvo tal influencia en el área de investigación que nos ocupa que a partir de entonces muchas personas interesadas por el estudio del reflejo se centraron en las respuestas cardíacas más que en las vasomotoras para establecer la diferencia entre ellas. A esta situación contribuyó también la casi total imposibilidad de replicar en occidente las reacciones "recíprocas" y "concomitantes" descritas por Sokolov, sobre todo en lo que se refiere a las reacciones vasomotoras cefálicas (Graham, 1973; Cook, 1974; Oster, Stern y Figar, 1975; Skolnick, Walrath y Stern, 1979; Turpin y Siddle, 1983).

La distinción establecida por Graham y Clifton (1966) entre RD, RS y RD ha sido mantenida por Graham en publicaciones posteriores sin introducir cambios apreciables con respecto a su formulación original (Hatton, Berg y Graham, 1970; Graham, 1973; Graham y Slaby, 1973). Sólo recientemente ha modificado algo la significación funcional atribuida al RD relacionándolo más con la preparación motora para la acción que con la atención sensorial postulada en escritos anteriores (Graham, 1979).

La decisiva contribución de John y Beatrice Lacey al estudio de las respuestas de orientación y defensa se debe sobre todo a su formulación de la hipótesis de la "aceptación-rechazo" sensorial que atribuye una significación atencional-cognitiva a los cambios acelerativos y decelerativos de la tasa cardíaca (TC). Dicha hipótesis fué planteada con anterioridad a la

revisión de Graham y Clifton (1966) pero ha sido extensamente analizada en años posteriores.

La hipótesis de la "aceptación-rechazo" sugiere que la dirección del cambio en la TC refleja la intención por parte del organismo de aceptar o rechazar los estímulos ambientales (Lacey, Kagan, Lacey y Moss, 1963). La deceleración cardíaca estaría asociada a una disposición a notar y detectar los estímulos externos y cumpliría la doble función de incrementar la receptividad del organismo a la estimulación externa y de prepararlo para responder de forma eficaz a dicha estimulación (Lacey, 1972). Por el contrario, la aceleración cardíaca iría asociada al rechazo de la estimulación y a procesos de elaboración cognitiva (Lacey, Kagan, Lacey y Moss, 1963; Lacey y Lacey, 1974). Este rechazo de la estimulación ambiental fue redefinido posteriormente como "inatención motivada" (Lacey y Lacey, 1978) para hacer referencia al hecho de que la aceleración cardíaca va asociada a un rechazo físico del estímulo y no tanto a un rechazo afectivo del mismo. Esto podría explicar la deceleración cardíaca encontrada en estudios donde se pide al sujeto que observe un conjunto de escenas desagradables -accidentes de coche, por ejemplo- (Hare, Wood, Britain y Frazelle, 1971). Los sujetos en estos casos rechazaban emocionalmente las escenas proyectadas porque les resultaban desagradables pero no dejaban por ello de observarlas atentamente.

La hipótesis de la "aceptación-rechazo" estaba basada en una serie de observaciones concernientes a la relación que existe entre la dirección del cambio en la TC y las exigencias que una tarea determinada impone al individuo (Lacey, Kagan, Lacey y Moss, 1963). Las tareas que requieren elaboración cognitiva interna (aritmética mental, deletreo de palabras invertido, construcción de frases) o exposición a estímulos nocivos (test de inmersión de la mano en agua fría) producen una gran aceleración cardíaca. Las tareas que requieren dirigir la atención hacia la estimulación ambiental producen una deceleración cardíaca (mirar luces, escuchar sonidos o una narración dramática). Por último, las tareas que implican aceptar y rechazar simultáneamente la estimulación ambiental no producen cambios significativos en la TC (por ejemplo, escuchar atentamente las reglas de un juego de cartas ficticio intentando memorizarlas porque luego uno será

interrogado sobre las mismas). También apareció deceleración cardíaca sistemática pulsación-a-pulsación en el intervalo preparatorio de tareas de tiempo de reacción simple anticipando la presentación del estímulo imperativo que exigía una respuesta motora rápida (Lacey y Lacey, 1970). Incluso precediendo la emisión de un acto motor "voluntario" en tareas donde es el propio sujeto quien decide cuándo va a emitir la respuesta motora para obtener una recompensa monetaria (Lacey y Lacey, 1970; 1973) o para autoiniciar una exposición taquistoscópica (Lacey y Lacey, 1978). Un análisis más detallado de algunas de estas tareas se verá en el Capítulo III.

Todas estas observaciones experimentales llevaron a Lacey a proponer la existencia de un continuo "aceptación-rechazo" a lo largo del cual podrían situarse las diferentes tareas y a formular la hipótesis de que la dirección del cambio en la TC para una tarea particular depende de su localización en ese continuo. En la mayor parte de las tareas la TC se analizaba antes de presentar al sujeto un estímulo que estaba esperando. En este aspecto se diferencia de las investigaciones clásicas sobre el RO y el RD que estudian los mismos cambios cardíacos pero justo después de presentar un estímulo que el sujeto no espera (un sonido, por ejemplo). Sin embargo, como señala Jennings (1986a), parece razonable suponer que el organismo se encuentra en un estado atencional similar independientemente de si dicho estado es elicitado por un estímulo ambiental esperado o inesperado. Lo cual, por otra parte, da apoyo al paralelismo establecido por Granam y Clifton (1966) entre los resultados fisiológicos del RO y el RD y los paradigmas experimentales utilizados por Lacey.

El análisis minucioso de los datos psicofisiológicos obtenidos en el laboratorio a la luz de la literatura neurofisiológica que muestra cómo el sistema cardiovascular puede modificar las funciones cerebrales y periféricas (Lacey, 1967) fue lo que le llevó a formular la hipótesis de que la deceleración cardíaca facilita la atención a los estímulos externos, mientras que la aceleración cardíaca dificulta dicha atención. El mecanismo fisiológico que subyace a estos efectos es la inhibición de la actividad cortical y subcortical que resulta de la estimulación de los barorreceptores (Lacey y Lacey, 1980a). Cuando los barorreceptores -receptores sensoriales de la presión sanguínea- detectan un incremento en la TC envían señales al

tronco cerebral desde donde ejercen un control inhibitorio sobre la actividad cortical del cerebro, al tiempo que producen los ajustes cardiovasculares necesarios para reducir la TC y la presión sanguínea. La inhibición cortical se manifiesta a nivel psicofisiológico en una reducción de la actividad electroencefalográfica. El efecto contrario se observa cuando los barorreceptores detectan un decremento en la actividad cardiovascular que iría acompañada de una falta relativa de inhibición cortical (excitación). Este sería un claro ejemplo de "fraccionamiento direccional" en la terminología de Lacey porque diferentes fracciones del Sistema Nervioso muestran diferentes direcciones de respuesta. La deceleración cardíaca provoca una mayor activación cortical que facilita la receptividad y el procesamiento sensorial, mientras que la aceleración cardíaca provoca una inhibición de la actividad cortical que dificulta dicha receptividad y procesamiento sensorial (Lacey y Lacey, 1980a).

La aportación teórica de J. y B. Lacey al análisis de la significación funcional de la aceleración y la deceleración cardíaca ha abierto, sin duda, nuevas perspectivas al estudio de las respuestas de orientación y defensa.

1.4 LA HIPOTESIS DE LA INTERACCION CARDIO-SOMATICA

El estudio de las relaciones existentes entre la actividad somática y la actividad cardiovascular llevó a varios autores, entre ellos a Obrist, a postular una explicación teórica de la aceleración y la deceleración cardíaca bastante distinta de la teoría perceptivo-atencional de Sokolov y Lacey y, por otra parte, muy próxima a la teoría motivacional de Cannon y Selye.

El punto central de la argumentación de Obrist puede resumirse como sigue. Cuando la TC se encuentra bajo el control del Sistema Nervioso Parasimpático, tanto la aceleración como la deceleración cardíaca covarían directamente con la actividad somática. Esta covariación es el resultado de

la forma en que la actividad cardiovascular y muscular se integran dentro del Sistema Nervioso Central. La integración a su vez hace posible que el sistema cardiovascular se ajuste de forma rápida y eficaz a cualquier alteración en las exigencias metabólicas del organismo asociadas con los cambios en la actividad muscular. Por el contrario, cuando los cambios en la TC son evocados por el Sistema Nervioso Simpático pueden aparecer independientes de la actividad somática y reflejar, por tanto, una falta de ajuste por parte del sistema cardiovascular a las exigencias metabólicas de la situación (Obrist y cols., 1974a; Obrist, 1981; 1985).

El interés de Obrist por estudiar el control neurohumoral de la TC surgió tras haber observado una serie de deceleraciones cardíacas paradójicas. Dichas deceleraciones aparecían fundamentalmente en dos paradigmas experimentales. Por una parte, en paradigmas aversivos donde el sujeto no tenía control sobre la estimulación, por ejemplo, tareas de condicionamiento clásico aversivo de la TC (Wood y Obrist, 1964). La deceleración paradójica aparecía justo entre el EC y el EI aversivo, anticipando por tanto la presentación de este último. Por otra parte, en paradigmas no aversivos que tenían algunas consecuencias significativas para el sujeto, por ejemplo, tareas de tiempo de reacción señalizadas (Obrist, Webb y Sutterer, 1969). En este caso la deceleración acompañaba a la respuesta motora de apretar la palanca.

Tras bloquear la inervación vagal del corazón con atropina Obrist comprobó que la deceleración cardíaca desaparecía en ambas tareas siendo sustituida por una aceleración cardíaca, lo que le llevó a la conclusión de que era la dominancia vagal lo que estaba produciendo la paradoja al enmascarar la aceleración que se esperaba encontrar. Este mismo fenómeno fue confirmado en una serie de experimentos posteriores donde se introducían ligeras modificaciones en los paradigmas básicos, constatándose además que los cambios en la TC mediatizados vagalmente estaban direccionalmente relacionados con los cambios en la actividad somática. Dicha actividad somática podía incluir tanto actos motores sutiles no manifiestos (movimientos dentro de la boca y alrededor de ella, movimientos oculares, parpadeo, cambios en la frecuencia y amplitud respiratoria) como movimientos gruesos (cambio en la postura, movimientos de cabeza). En todos los

experimentos realizados se encontró que el cese de la actividad somática covariaba de forma consistente con la deceleración cardiaca hasta el punto de que las modificaciones experimentales introducidas en las tareas para alterar la TC tenían efectos similares sobre la actividad somatomotora (Obrist, 1981).

Todas estas observaciones llevaron a Obrist y colaboradores a postular que la actividad somática y cardiovascular son en buena medida aspectos diferentes de un mismo proceso de respuesta que refleja un mecanismo de integración común a nivel del Sistema Nervioso Central. La forma en que se produce esta integración cardio-somática no se conoce con exactitud aunque, entre otros, se ha propuesto la existencia de un mecanismo de irradiación cortical según el cual cuando se inicia un acto somático cualquiera se produce una excitación simultánea en los centros del Sistema Nervioso Central que modifican la actividad cardiovascular (Smith, Guyton, Manning y White, 1976). Obrist sugiere que probablemente sea éste el mecanismo que se pone en funcionamiento en las situaciones que no requieren mucho gasto energético, tales como los paradigmas experimentales que él utiliza (Obrist, 1981).

Aunque los datos obtenidos en las tareas que se acaban de citar mostraban de forma consistente el control vagal de la TC y la existencia de una covariación entre las actividades somática y cardiovascular, Obrist continuó trabajando hasta encontrar un paradigma experimental que evocara las influencias simpáticas sobre el corazón. Comenzó por modificar el paradigma aversivo pasando de uno donde los estímulos aversivos eran inescapables o inevitables (condicionamiento clásico aversivo) a otro donde se daba al sujeto posibilidad de controlarlos de forma contingente a su ejecución en la tarea.

Se puso a prueba una tarea de tiempo de reacción señalizada donde la evitación de un calambre se hacía contingente con un tiempo de reacción suficientemente rápido, comprobándose entonces que la TC comenzaba a aumentar de forma sistemática 1 ó 2 segundos antes del momento en que debía aparecer el estímulo aversivo. El uso de un bloqueo farmacológico beta-adrenérgico puso de manifiesto que la aceleración cardiaca observada estaba

bajo el control del Sistema Nervioso Simpático (Obrist y cols., 1974b). Además, se tomaron tres medidas de la actividad somática (electromiograma de la barbilla, movimientos oculares y actividad general) que resultaron ser independientes de la actividad cardíaca, ya que cuando la IC aumentaba las medidas somáticas disminuían o no variaban. Quedaba así demostrada la independencia entre las actividades somática y cardiovascular en sujetos humanos cuando dominan las influencias simpáticas sobre el corazón pero no cuando dominan las influencias vagales.

Se hipotetizó a continuación que el factor crítico determinante de los efectos simpáticos sobre el miocardio era el haber dado a los sujetos la posibilidad de participar activamente en la tarea controlando la aparición del estímulo aversivo ("coping activo"), a diferencia de los experimentos sobre condicionamiento clásico donde el sujeto no tenía ningún control sobre la estimulación aversiva ("coping pasivo").

La hipótesis fue puesta a prueba y confirmada en experimentos posteriores donde se manipulaba la variable "coping activo" frente a "coping pasivo" de tres formas diferentes (Obrist y cols., 1978). Primero, utilizando un paradigma de biofeedback en el que a un grupo de sujetos se le hacía creer que tenían control sobre el estímulo aversivo y a otro grupo no. Segundo, manipulando la dificultad de la tarea en el paradigma de tiempo de reacción con evitación del calambre. Y tercero, utilizando junto con la tarea de evitación otras dos tareas que no daban al sujeto posibilidad alguna de controlar la estimulación. Una de ellas consistía en sumergir la mano en agua fría y la otra en ver una película pornográfica. En todos los casos la variable "coping activo" o "control" apareció ligada a los efectos del Sistema Nervioso Simpático sobre el corazón que, por otra parte, eran siempre independientes de la actividad somática concurrente. Esto último llevó a Obrist a postular que tales efectos beta-adrenérgicos eran metabólicamente exagerados, sobre todo en sujetos hiperreactivos que llegaban a mostrar aceleraciones cardíacas superiores a 40 lat./min, lo que a su vez podía ser la base de futuros trastornos somáticos (Obrist, 1981).

2. LA RESPUESTA CARDIACA DE DEFENSA

La significación comportamental de los cambios acelerativos y decelerativos en la tasa cardiaca se ha estudiado desde cada uno de los marcos conceptuales anteriormente analizados, utilizando tareas y paradigmas experimentales muy variados. Sin embargo, el procedimiento que con mayor frecuencia ha estado asociado a la investigación sobre la reacción o respuesta de defensa ha sido la presentación de estímulos discretos intensos o aversivos. En los apartados siguientes se revisan los estudios sobre los componentes cardíacos de la respuesta de defensa que han utilizado este paradigma. El término "respuesta cardiaca de defensa" se utilizará en el contexto de la presente investigación para hacer referencia a dichos componentes. La revisión se centra en el análisis de los siguientes aspectos: forma de la respuesta, características de los estímulos evocadores (intensidad y modalidad), habituación de la respuesta y problemas metodológicos encontrados en los estudios revisados.

2.1 FORMA DE LA RESPUESTA

Graham (1973, 1979) indicó que el componente típico de la respuesta de defensa (RD) es una aceleración cardiaca que alcanza su punto de máxima amplitud entre los segundos 3 y 4 post-estímulo, elicitada siempre por estímulos de alta intensidad con tiempos de subida ("rise time") suficientemente lentos y bastante resistente a la habituación (Graham y Slaby, 1973).

Nuestra revisión de la literatura no apoya totalmente esta concepción clásica de la RD. Aunque generalmente se han encontrado respuestas acelerativas ante estimulación intensa, éstas no suelen coincidir totalmente con la descrita por Graham. La mayor parte de los estudios han analizado los cambios fásicos que se producen en la TC entre los 10 y los 15 primeros segundos post-estímulo, encontrándose dos patrones de respuesta cardiaca diferentes. Una respuesta acelerativa única o una respuesta bifásica consistente en una aceleración seguida de una deceleración.

El componente acelerativo de las dos respuestas alcanza su punto de máxima amplitud entre los 3 y los 5 segundos post-estímulo. La respuesta bifásica suele ser elicitada por estímulos auditivos de entre 60 y 100 dB de intensidad con tiempos de subida rápidos (Hatton, Berg y Graham, 1970; Keefe, 1970; Graham y Slaby, 1973; Hart, 1974; Turpin y Siddle, 1983). También ha aparecido ante estímulos visuales de carácter afectivo (Klorman, Wiesenfeld y Austin, 1975). Por su parte, el patrón de respuesta acelerativo único surge en los estudios que utilizan estímulos más intensos, por ejemplo, calambres eléctricos (Wilson, 1969; Skolnick, Walrath y Stern, 1981), estímulos auditivos por encima de 100 dB de intensidad (O'Gorman y Jamieson, 1977; Turpin y Siddle, 1978) e incluso estímulos visuales altamente afectivos (Hare, 1972, 1973; Klorman, Weissberg y Wiesenfeld, 1977; Grayson, 1982). Se trata, sin embargo, de aceleraciones cardíacas que aparecen generalmente sólo ante la primera presentación del estímulo mostrando una rápida habituación con la repetición del mismo.

Un patrón distinto de respuesta cardíaca de defensa fué descrito por Vila (1977) y Vila y Beech (1978) en el contexto de una investigación sobre aprendizaje de ensayo único en relación con el ciclo menstrual. El EI era un ruido blanco de 94 dB de intensidad y 1 segundo de duración aplicado a través de auriculares. El ensayo de adquisición iba precedido por 10 ensayos de adaptación y seguido por 2 ensayos de prueba, oscilando el intervalo entre-ensayos entre 45 y 80 segundos con una duración media de 1 minuto por ensayo. La presentación única del ruido blanco provocó en la mayor parte de los sujetos una respuesta cardíaca compleja caracterizada por: una primera aceleración aguda en la TC iniciada inmediatamente después de la aparición del estímulo, seguida de una deceleración cardíaca que raramente excedía el nivel pre-estímulo y a continuación una segunda aceleración que se iniciaba entre los segundos 15 y 20 post-estímulo y que alcanzaba su punto de máxima amplitud entorno a los 30 ó 35 segundos. La duración total de la respuesta superaba los 45 segundos post-estímulo analizados y toda ella fué interpretada como una respuesta de defensa.

Por la misma época Turpin y Siddle (1978) examinaron los efectos de la estimulación auditiva intensa sobre la actividad cardíaca utilizando un paradigma de habituación simple. El estímulo en este caso fué un ruido blanco

de 105 dB de intensidad, 1000 Hz de frecuencia, 50 mseg de tiempo de subida y 1 segundo de duración. Cada sujeto recibió un total de 8 presentaciones del estímulo auditivo oscilando el intervalo entre-estímulos entre 35 y 50 segundos, con una media de 42.5 segundos por ensayo.

El análisis de los datos de la TC reveló la existencia de dos respuestas distintas cuyos parámetros temporales coincidían con los dos picos acelerativos de la respuesta defensiva descrita por Vila y Beech (1978). La primera respuesta era una aceleración cardíaca que alcanzaba su punto de máxima amplitud entre las pulsaciones 3 y 5 post-estímulo y que mostraba una clara tendencia a la habituación con la repetición del estímulo. La segunda respuesta acelerativa apareció sólo ante la primera presentación del ruido blanco, se iniciaba aproximadamente a los 20 segundos post-estímulo y alcanzaba su amplitud máxima a los 35 segundos. La duración total de la segunda respuesta oscilaba entre los 40 y los 60 segundos. Además, iba acompañada de un incremento en el flujo sanguíneo del antebrazo y de un decremento en la amplitud de la onda T del electrocardiograma.

En un estudio posterior que fué replicación y extensión del original (Turpin y Siddle, 1980; 1981) añadieron nuevas medidas vasculares y electrodermales. Se comprobó entonces que la aceleración cardíaca de latencia larga era además concomitante con una vasoconstricción tanto digital como cefálica, con un incremento en el primer diferencial del pulso carótido (indicativo de un control simpático del corazón) y con grandes cambios en la conductancia de la piel y en el potencial de la piel.

Los resultados obtenidos en ambos experimentos llevó a los autores a interpretar la primera respuesta acelerativa (de corta latencia) como un componente de la respuesta de sobresalto y la segunda respuesta acelerativa (de larga latencia) como la auténtica respuesta de defensa por compartir ciertas similitudes en su forma y en su mediación neurofisiológica con la respuesta de "lucha-huida" descrita por otros autores. Además el perfil de los componentes vasculares de esta respuesta de larga latencia era consistente con las reacciones concomitantes descritas por Sokolov (1963a) como características del RD.

Por nuestra parte, investigando los componentes autonómicos de las respuestas defensivas ante estimulación intensa encontramos un patrón de respuesta cardíaca compleja de larga duración (Fdez. Santiago, 1980; Vila y Fdez. Santiago, 1981). El paradigma utilizado fué un test de habituación simple en el que una serie de tres estímulos visuales de intensidad moderada (12 w) era seguida por otra serie de tres estímulos auditivos de intensidad alta, en concreto, un ruido distorsionado de 94 dB de intensidad y 1 segundo de duración. El intervalo entre-ensayos fué distribuido al azar con un mínimo de 50 segundos, un máximo de 70 segundos y una media de 1 minuto por ensayo.

El análisis de la respuesta cardíaca producida por la estimulación auditiva intensa reveló un patrón de respuesta trifásico caracterizado por una aceleración inicial que alcanzaba su máxima amplitud dentro de los 4 primeros segundos post-estímulo y una segunda aceleración tardía de gran amplitud y larga duración (superior incluso a los 50 segundos analizados) cuyo punto de máxima amplitud estaba situado entorno a los 35 segundos post-estímulo. Entre ambas aceleraciones se observó una deceleración que sobrepasaba el nivel de línea de base inicial. Este patrón complejo de respuesta apareció únicamente ante la presentación del primer estímulo auditivo mostrando una rápida habituación con la repetición del mismo. Se hipotetizó, además, que el primer componente acelerativo-decelerativo podía estar relacionado con procesos perceptivo-atencionales, mientras que el segundo componente estaría más relacionado con las demandas metabólicas necesarias para la reacción adaptativa de "lucha-huida" (Fdez. Santiago y Vila, 1982).

Más recientemente Eves y Gruzelier (1984) han encontrado importantes diferencias individuales en la respuesta cardíaca evocada ante la presentación de un estímulo auditivo intenso. Utilizaron un tono puro de 127 dB de intensidad, 1 segundo de duración, 1000 Hz de frecuencia y 25 mseg de tiempo de subida. La presentación del estímulo auditivo dió lugar a la aparición de dos respuestas acelerativas perfectamente diferenciadas cuyas características paramétricas coincidían con las descritas previamente por Turpín y Siddle (1978).

La respuesta acelerativa de corta latencia fué también interpretada como un componente de la respuesta de sobresalto y la de larga latencia como una respuesta defensiva resultante de la inhibición de la modulación refleja de la TC por parte de los barorreceptores que, como en el caso de la respuesta de "lucha-huida", tiene la significación funcional de preparar al organismo para la acción. Esta segunda respuesta acelerativa resultó ser extraordinariamente sensible a la novedad del estímulo puesto que sólo apareció ante la primera presentación del tono puro convirtiéndose a partir de este momento en una respuesta decelerativa (Eves y Gruzelier, 1985).

2.2 CARACTERÍSTICAS DEL ESTÍMULO : INTENSIDAD Y MODALIDAD

En la revisión de Graham y Clifton (1966) se señalaba claramente que la RD es elicitada siempre por estímulos de alta **intensidad**. Desde entonces pocos estudios han manipulado de forma sistemática este parámetro estimular con el objetivo de comprobar el cambio de dirección que se produce en la TC cuando los estímulos alcanzan intensidades que presumiblemente deben evocar una RD.

Una de las pocas investigaciones realizadas en este sentido fué la presentada por Raskin, Kotses y Bever (1969) donde se manipularon 5 niveles de intensidad de un ruido blanco (40, 60, 80, 100 y 120 dB). Un análisis de la TC pulsación-a-pulsación durante las 12 primeras pulsaciones post-estímulo reveló que si bien la TC se incrementaba en todos los niveles de intensidad, en el grupo de 120 dB se observaba una aceleración significativamente mayor que en los restantes grupos. Además la TC recuperaba el nivel de línea de base en la pulsación 9 post-estímulo en todos los grupos excepto en el de intensidad más alta.

En un estudio más reciente Turpin y Siddle (1983) manipularon otros 5 niveles de intensidad entre-grupos. El estímulo auditivo era un tono puro de 45, 60, 75, 90 y 105 dB de intensidad. Tras analizar la TC pulsación-

a-pulsación durante las 10 primeras pulsaciones post-estímulo comprobaron que sólo el grupo de 105 dB presentaba la aceleración cardíaca de larga latencia típica de la RD. En el grupo de 90 dB se observó una respuesta bifásica caracterizada por una aceleración inicial seguida de una deceleración. Los restantes grupos mostraron la deceleración típica de la respuesta de orientación.

La mayor parte de los estudios realizados sobre la respuesta cardíaca de defensa han utilizado estímulos auditivos cuyas intensidades oscilan entre los 94 y los 110 dB de intensidad, siendo descritos generalmente en la literatura como estímulos de tipo "aversivo". Sokolov, sin embargo, utilizó el calificativo "doloroso" para hacer referencia a los estímulos elicidores del RD (Sokolov, 1963a). El uso del término "doloroso" cuando se describe un calambre eléctrico es totalmente consistente con la utilización que en la literatura occidental se hace del término (Tursky, 1974). Sin embargo es bastante dudoso que un estímulo auditivo de entre 94 y 110 dB sea descrito como tal, más bien en este último caso se utilizarían adjetivos como "molesto" o "desagradable" (Stephens y Anderson, 1971). Además, se ha sugerido que sólo los estímulos auditivos que superan los 130 dB de intensidad producen sensaciones dolorosas (Corso, 1967). Todo esto hace suponer que el rango de intensidades utilizadas habitualmente en la investigación occidental es inferior al utilizado por los investigadores soviéticos.

En cualquier caso el término "aversivo" es igualmente bastante impreciso porque no se han hecho serios intentos por determinar conductualmente las propiedades aversivas de los estímulos usados. El problema se agudiza aún más cuando se utilizan estímulos visuales de tipo afectivo que no puede ser calibrados en base a sus características físicas. Hare (1972), por ejemplo, ha insistido especialmente en la necesidad de medir las diferencias individuales en el impacto subjetivo que provocan los distintos estímulos afectivos. En esta misma línea, Klorman, Weissberg y Wiesenfeld (1977) han señalado que la valoración cognitiva de la situación es un factor determinante en la elicitación de la RD.

Por otra parte, tradicionalmente se ha asumido que la RD es inespecífica en cuanto a la **modalidad** sensorial del estímulo que la evoca porque cualquier estímulo de suficiente intensidad puede elicitarla (Sokolov, 1963a; Graham y Clifton, 1966). Tal vez por esta razón se han utilizado diferentes modalidades sensoriales en la investigación posterior sobre la RD aún careciendo por completo de estudios experimentales controlados que hayan comparado las diferentes modalidades y hayan demostrado que todas ellas son igualmente susceptibles de evocar la RD a niveles de intensidad similares.

Sokolov, por ejemplo, utilizaba dos tipos diferentes de estimulación, calambres eléctricos y estímulos auditivos intensos. Sin embargo, en una reciente comunicación personal a Turpin le ha sugerido que el perfil típico de la RD se debe observar mejor si se utilizan estímulos "dolorosos" (calambres eléctricos, por ejemplo) que si se utilizan estímulos auditivos intensos (Turpin, 1986). Una buena parte de los investigadores occidentales han utilizado de forma sistemática estímulos auditivos bien en su modalidad de tono puro (Eves y Gruzelier, 1984, 1985; Turpin y Siddle, 1983) o de ruido blanco (Vila y Beech, 1978; Turpin y Siddle, 1978, 1980). Además, algunos autores han resaltado el efecto diferencial sobre la tasa cardíaca del tono puro y del ruido blanco a niveles de intensidad similares. Por ejemplo, Graham y Slaby (1973) encontraron que un ruido blanco de 85 dB de intensidad y un tiempo de subida ("rise time") rápido evocaba una respuesta bifásica caracterizada por una primera aceleración seguida de deceleración, mientras que un tono puro de la misma intensidad evocaba una respuesta trifásica caracterizada por deceleración-aceleración-deceleración.

Otros estímulos comúnmente utilizados en las investigaciones sobre las respuestas defensivas y de orientación son los de tipo visual-afectivo donde se incluyen diapositivas de rostros desproporcionados o jocosos, desnudos de mujeres, víctimas homicidas y animales potencialmente fóbicos como serpientes y arañas. En una serie de trabajos realizados por Hare y colaboradores (Hare, Wood, Britain y Shadman, 1970; Hare, Wood, Britain y Frazelle, 1971) se indicaba que las diapositivas de cuerpos humanos mutilados evocaban deceleración en la tasa cardíaca, un índice de la respuesta de orientación y de la aceptación de la estimulación externa (Lacey, 1967). Sin embargo, algo después el propio Hare (1972) hizo un

reanálisis de estos datos y encontró que al menos algunos sujetos reaccionaban de forma consistente con respuestas acelerativas cardíacas y con patrones vasomotores típicos de las respuestas defensivas como sería de esperar ante este tipo de estimulación. En un estudio posterior Hare (1973) seleccionó dos grupos de personas que se diferenciaban por su miedo a las arañas. Los sujetos con miedo a las arañas respondían con aceleraciones cardíacas a las diapositivas de arañas y los sujetos sin miedo a las arañas respondían con deceleraciones cardíacas.

Continuando esta misma línea de investigación, Klorman, Wiesenfeld y Austin (1975) y Klorman, Weissberg y Wiesenfeld (1977) dividieron a un grupo de sujetos en dos categorías (altos y bajos en miedo a la mutilación) y les presentaron varios tipos de diapositivas, entre ellas, diapositivas de cuerpos mutilados. Tal como se esperaba la respuesta típica de los sujetos "con miedo" era una aceleración cardíaca, mientras que la de sus compañeros "sin miedo" era una deceleración cardíaca. Como en los trabajos anteriores de Hare y colaboradores se concluyó afirmando que las diferencias individuales en miedo eran las que determinaban la aparición de las respuestas de orientación o de defensa. Resultados similares fueron publicados por Fredrikson, Sundin y Frankenhaeuser (1985) quienes midieron el nivel de cortisol en orina durante la reacción de defensa elicitada por la exposición a diferente material fóbico (animales, sangre, cuerpos mutilados). Se encontró que los sujetos fóbicos reaccionaban con niveles incrementados en cortisol cuando se les presentaban las diapositivas fóbicas pero no cuando se les presentaban las diapositivas neutrales. Por tanto, sólo las diapositivas fóbicas elicitan la reacción de defensa.

2.3 HABITUACION DE LA RESPUESTA

El efecto que la repetición del estímulo puede tener sobre el decremento en la amplitud de la respuesta ha sido siempre considerado de suma importancia para diferenciar la RD de otras respuestas, tales como la de orientación o la de sobresalto. Sokolov (1963a) señaló que la RD muestra una clara resistencia a la habituación e incluso puede presentar

sensibilización con la repetición de un estímulo de alta intensidad. De forma similar Graham (1973, 1979) indicó que justamente son las diferencias en las tasas de habituación las que permiten distinguir la RD de la respuesta de sobresalto ya que la primera no se habitúa.

Se debe señalar, sin embargo, que esta resistencia a la habituación postulada por la concepción clásica de la RD no ha sido replicada en la mayoría de los trabajos realizados más recientemente. Tanto los estudios que han analizado sólo la aceleración cardíaca que ocurre dentro de los 10 o los 15 segundos post-estímulo (Raskin, Kotses y Bever, 1969; Wilson, 1969; Hare, 1972; O'Gorman y Jamieson, 1977; Grayson, 1982; Turpin y Siddle, 1983) como los que han analizado también la respuesta acelerativa de larga latencia (Turpin y Siddle, 1978, 1980; Vila y Fdez. Santiago, 1981; Fdez. Santiago y Vila, 1982; Eves y Gruzelier, 1984, 1985) han encontrado siempre una clara tendencia a la habituación de la respuesta. Este fenómeno ha sido aún más dramático en el caso de las respuestas cardíacas de defensa de larga latencia que sólo han aparecido ante la primera presentación del estímulo auditivo intenso, convirtiéndose en algún caso a partir de la segunda presentación en una respuesta decelerativa (Eves y Gruzelier, 1985).

Graham (1973) sugirió que si el tiempo de subida ("rise time") de los estímulos auditivos utilizados era suficientemente lento, la respuesta cardíaca asociada con la respuesta de sobresalto no sería elicitada. Se observaría tan sólo una RD resistente a la habituación que debía alcanzar su punto de máxima amplitud entre los 2 y los 5 segundos post-estímulo. Si bien es cierto que muchos estudios realizados en este campo no han controlado el tiempo de incremento del estímulo (por ejemplo, Raskin, Kotses y Bever, 1969; Uno y Gring, 1965), otros sí lo han hecho utilizando siempre tiempos de incremento superiores a los 25 msec (Turpin y Siddle, 1978, 1980, 1983; Eves y Gruzelier, 1985). Tampoco estos últimos estudios han conseguido demostrar la resistencia a la habituación de las respuestas acelerativas de corta latencia.

La evidencia a favor de la no-habituación de los componentes acelerativos de la respuesta cardíaca de defensa, tanto de corta como de larga latencia, es equívoca. Aunque se han hecho pocos esfuerzos por intentar

explicar la rápida habituación de las RDs, si se han propuesto dos posibles mecanismos: un fenómeno de fatiga del efector y un efecto inhibitorio homeostático interno. La primera posibilidad ya ha sido puesta en entredicho porque en un estudio reciente se han conseguido evocar varias respuestas acelerativas de larga latencia utilizando un ruido blanco de 110 dB de intensidad como estímulo accesorio de dos tareas de tipo cognitivo (Turpin, 1986). En este estudio se presentaron 4 estímulos auditivos (ruido blanco de 110 dB) a intervalos variables que iban desde 5 hasta 8 minutos mientras los sujetos realizaban una tarea de tiempo de reacción o una tarea consistente en detectar una señal visual presentada a través de un taquistoscopio. En estas condiciones las respuestas de larga latencia fueron elicitadas por la presentación repetida del estímulo auditivo. Si bien los resultados obtenidos en este estudio no permiten sacar conclusiones firmes en lo referente a la habituación de la respuesta acelerativa de latencia larga se sugiere que la "aparente" habituación de este componente cardíaco puede ser resultado de la acción de algún reflejo barorreceptor que deja de actuar en las tareas que exigen demandas cognitivas al sujeto.

2.4 PROBLEMAS METODOLÓGICOS

Los apartados anteriores sobre la respuesta cardíaca de defensa han puesto de manifiesto la existencia de importantes diferencias entre los resultados obtenidos en las investigaciones más recientes sobre la RD y las predicciones que podrían derivarse de las concepciones más clásicas, representadas fundamentalmente por Sokolov (1963a) y Graham y Clifton (1966). A continuación se intenta analizar en qué medida las diferencias metodológicas pueden explicar los resultados equívocos encontrados incluso cuando se comparan entre sí las investigaciones más recientes, distinguiendo entre factores de estímulo y factores de respuesta.

A. FACTORES DE ESTIMULO

Cuando se quieren comparar diferentes investigaciones es importante tener información sobre los aparatos utilizados para presentar la estimulación así como sobre el equipo de calibración, incluyendo una descripción precisa de la intensidad física del estímulo, su frecuencia y su duración.

En el caso concreto de la estimulación auditiva, con mucho la más utilizada en este contexto, se debe incluir además información sobre la forma de aplicar el sonido (presentación libre frente a auriculares), tipo de auriculares, frecuencia del sonido, tiempo de incremento e intensidad del ruido de fondo (Jennings y cols. 1981). Sin embargo no siempre se han tenido en cuenta estos factores. Quizás se hayan utilizado estímulos auditivos con características bien diferentes aunque se supongan similares, lo que en parte al menos puede explicar los resultados inconsistentes.

B. FACTORES DE RESPUESTA: DEFINICION Y CUANTIFICACION

La definición adecuada de una respuesta psicofisiológica debe incluir una descripción precisa y detallada del perfil (patrón) que presenta, definiéndolo en términos de amplitud, duración y latencias de iniciación, terminación y recuperación. Incluso debe establecerse un criterio mínimo de amplitud a partir del cual se considera que se ha producido una respuesta (Law, Levey y Martin, 1980). Nadie hasta este momento se ha interesado por estudiar en detalle las características paramétricas de la respuesta cardíaca de defensa.

El primer problema que se plantea al intentar cuantificar una respuesta psicofisiológica es el relacionado con el tiempo total durante el que se analizarán los cambios físicos post-estímulo. En el caso concreto de las respuestas cardíacas de defensa no ha habido acuerdo en este sentido. La mayor parte de los investigadores han tendido a restringir el análisis de la respuestas cardíacas a los cambios que ocurren dentro de los 10 primeros segundos post-estímulo. Sólo recientemente se han identificado respuestas

cardíacas de larga latencia superiores incluso a los 60 segundos, elicítadas siempre por estímulos de alta intensidad. Sin embargo, la cuantificación de estas respuestas se ha realizado de forma diferente. Turpin (Turpin, 1983; 1985; Turpin y Siddle, 1978; 1980; 1983) selecciona un valor de tasa cardíaca cada 5 segundos. Eves y Gruzeliier (1984; 1985) obtienen un promedio de cada bloque de 5 segundos. Vila y Beech (1978) y Vila y Fdez. Santiago (1981) analizan la tasa cardíaca segundo a segundo durante los 50 segundos posteriores al inicio del estímulo.

El segundo problema hace referencia a la utilización de criterios temporales basados en unidades de tiempo real (segundo a segundo) o en unidades de tiempo orgánico (latido a latido) para expresar los cambios en la actividad cardíaca. En general, se recomienda optar por las unidades de tiempo real porque el tiempo orgánico puede crear desigualdades al comparar las respuestas de diferentes sujetos (si se selecciona un número fijo de latidos los sujetos con tasas cardíacas altas tendrán un tiempo menor que los sujetos con tasas cardíacas bajas).

El tercer problema metodológico está relacionado con la naturaleza cronológica y cíclica de la actividad cardíaca que refleja patrones complejos de fluctuaciones conocidos con el nombre de "sinus arritmia". Desde hace algún tiempo se está sugiriendo de forma consistente la conveniencia de analizar este tipo de variabilidad (Jennings y cols. 1981) utilizando, entre otros procedimientos, valores de dispersión de la tasa cardíaca (por ejemplo, la desviación típica) y ampliando los periodos pre-estímulo un tiempo suficiente para coger un ciclo cardíaco completo (por ejemplo, 15 segundos).

El cuarto problema hace referencia a la duración del periodo de adaptación previo a la presentación del primer estímulo. En general, no hay acuerdo entre los investigadores en este sentido. Algunos de ellos utilizan periodos de adaptación extraordinariamente cortos (unos pocos segundos), mientras que otros llegan a utilizar hasta 30 minutos. En ocasiones ni siquiera se da información al respecto. Sin embargo, se ha señalado que cuanto más largo es el periodo de adaptación más bajo es el nivel de la tasa cardíaca pre-estímulo con el consiguiente efecto que esto puede tener sobre la amplitud de las respuestas fásicas (Linden, Hait y Philips, 1985; Hastrup,

1986). En general se recomienda utilizar periodos de adaptacion suficientemente largos (entre 10 y 15 minutos) para conseguir que la tasa cardiaca se estabilice antes de presentar el primer estimulo.

CAPITULO II

BASES BIOLÓGICAS DE LA RESPUESTA
CARDIACA DE DEFENSA

El presente capítulo analiza las bases biológicas de la respuesta cardiaca de defensa partiendo de una descripción del sistema cardiovascular y de sus mecanismos intrínsecos y extrínsecos de control. Se pasa a continuación a hacer un análisis de las estructuras nerviosas superiores relacionadas con el control cardiovascular centrándolo en las estructuras implicadas en la reacción de defensa.

1. EL SISTEMA CARDIOVASCULAR

El sistema cardiovascular cumple la función vital de suministrar sangre oxigenada y enriquecida con sustancias nutritivas y hormonas a las distintas partes del cuerpo según sus demandas metabólicas. Esta función se realiza mediante la acción combinada de la actividad del corazón y de los vasos sanguíneos.

El corazón es un órgano muscular compuesto de cuatro cámaras, dos aurículas y dos ventrículos. Las aurículas están situadas en la mitad superior y son las encargadas de recoger la sangre que regresa al corazón procedente del sistema circulatorio a través de las venas. Los ventrículos, situados en la mitad inferior y de mayor tamaño, son los encargados de bombear la sangre a los pulmones y al resto del cuerpo a través de las arterias (Adreassi, 1980).

La aurícula derecha recibe la sangre procedente de todos los tejidos corporales (excepto de los pulmones) a través de la vena cava superior y la vena cava inferior, así mismo, recoge la sangre procedente del propio corazón a través del sinus coronario. La sangre almacenada en la aurícula derecha pasa por la válvula tricúspide al ventrículo derecho que a su vez la enviará a los pulmones a través de la arteria pulmonar para su oxigenación. Una vez oxigenada la sangre vuelve a la aurícula izquierda a través de las cuatro venas pulmonares. Finalmente pasa al ventrículo izquierdo por medio de la válvula mitral, desde donde será bombeada a todo el cuerpo a través de la arteria aorta.

El corazón humano normal se contrae con una frecuencia media de 72 latidos por minuto, expulsando en cada contracción aproximadamente 75 mililitros de sangre, lo que hace un total de 6 litros por minuto (Guyton, Jones y Coleman, 1973). Este volumen de sangre es distribuido por los tejidos corporales a través de una compleja red de vasos sanguíneos que forman un circuito continuo con dos subdivisiones: la circulación pulmonar y la circulación general, también llamada circulación periférica o mayor.

Cada uno de estos circuitos, a su vez, está compuesto de arterias y venas unidas entre sí por arteriolas, capilares y vénulas. La función de las arterias es la de transportar sangre a gran presión hacia los tejidos por lo que tienen paredes resistentes que hacen posible el flujo rápido de sangre. Las arteriolas son las ramas pequeñas del sistema arterial y actúan como válvulas de control a través de las cuales se manda sangre hacia los capilares. Estos últimos son los encargados de intercambiar líquido y elementos nutritivos entre la sangre y los espacios intersticiales de las células, por lo que sus paredes son muy delgadas y permeables. Las vénulas reciben la sangre de los capilares y van uniéndose formando vasos cada vez mayores. Finalmente las venas son los conductos que transportan la sangre procedente de los tejidos nuevamente hacia el corazón. Sus paredes son muy delgadas por lo que pueden contraerse y dilatarse, esto es, almacenar poca o mucha cantidad de sangre, dependiendo de las necesidades del cuerpo. Ahora bien, el incremento en las demandas metabólicas de un grupo de células determinado va acompañado de una respuesta cardiovascular balanceada, de forma que si bien se incrementa el riego sanguíneo en esa zona particular no por ello se deja de aportar sangre a otras zonas del cuerpo (Guyton, 1984).

1.1 MECANISMOS INTRINSECOS DE CONTROL

La actividad del corazón y de los vasos sanguíneos periféricos está regulada por mecanismos de control tanto intrínsecos como extrínsecos. Los primeros dependen de las características inherentes al propio músculo cardíaco y a la circulación sanguínea. Cada latido cardíaco está controlado por un sistema especializado de fibras musculares que hacen posible la excitación y la conducción del impulso a todas las partes del corazón. Dichas

fibras incluyen: (1) el nódulo sinusal o sinoatrial (S-A), (2) el nódulo auriculoventricular (A-V), (3) el haz auriculoventricular o haz de His y (4) los haces derecho e izquierdo de las fibras de Purkinje.

El nódulo S-A está localizado en la aurícula derecha y en él se origina el impulso eléctrico o despolarización de la membrana celular que provoca la contracción rítmica del corazón actuando como si se tratara de un marcapasos. Los extremos de las fibras del nódulo S-A se fusionan con las fibras auriculares vecinas de manera que cualquier potencial de acción que comienza en el nódulo S-A se transmite inmediatamente a las aurículas hasta llegar al nódulo A-V, situado en la parte central del corazón entre las aurículas y los ventrículos. En el nódulo A-V el pulso cardíaco sufre un ligero retraso -40 milisegundos- antes de pasar a los ventrículos, impidiéndose así que se inicie la contracción de estos últimos antes de que las aurículas hayan vaciado su contenido en ellos. A continuación el haz de His conducirá el impulso hasta los ventrículos, siendo finalmente las fibras de Purkinje las encargadas de transmitir de forma casi inmediata el impulso cardíaco por todo el sistema ventricular. Una vez que el impulso ha alcanzado los extremos de las fibras de Purkinje se transmite por toda la masa muscular del ventrículo provocando su contracción mecánica. La fase de contracción del corazón se conoce con el nombre de sístole, mientras que la fase de relajación se denomina diástole.

El sistema circulatorio, por su parte, está también provisto de un mecanismo de control intrínseco que regula el riego sanguíneo. En la mayor parte de los tejidos el flujo sanguíneo está controlado principalmente por las necesidades nutritivas que tienen en cada momento, sobre todo la necesidad de oxígeno, pero también la necesidad de glucosa, aminoácidos, ácidos grasos y otras sustancias nutritivas (Guyton, 1984). El oxígeno es uno de los nutrientes más necesarios para el organismo, por esto siempre que disminuye la disponibilidad de oxígeno en los tejidos aumenta considerablemente el flujo sanguíneo que circula a través de ellos. De forma similar la carencia prolongada de glucosa puede causar vasodilatación local en los tejidos afectados.

Los órganos que requieren un mayor riego sanguíneo en estado de reposo son el cerebro, el hígado y los riñones, a pesar de que representan una pequeña fracción de la masa corporal total. Los músculos esqueléticos estando en reposo sólo consumen el 15% del gasto cardíaco total, aún cuando representan aproximadamente el 40% de la masa corporal. Cuando entran en actividad su metabolismo aumenta considerablemente y con él el riego sanguíneo respondiendo así a las necesidades nutritivas del músculo. La mayor parte de los tejidos corporales disponen de este mecanismo de control local que asegura el grado de vascularidad necesario para cubrir sus necesidades metabólicas.

1.2 MECANISMOS EXTRINSECOS DE CONTROL

1.2.1 CONTROL NERVIOSO (SNA)

El sistema cardiovascular se encuentra bajo el control de las ramas Simpática y Parasimpática del Sistema Nervioso Autónomo (SNA). Los nervios eferentes simpáticos se originan en los segmentos torácico y lumbar de la médula espinal, mientras que los parasimpáticos salen directamente del cerebro y en menor medida de la región sacra de la médula.

A nivel general puede decirse que las fibras nerviosas autonómicas están compuestas por cadenas de neuronas dobles, encontrándose siempre el cuerpo celular de la neurona de primer orden dentro de un ganglio. En la división parasimpática el ganglio está muy próximo e incluso en ocasiones dentro del órgano inervado. En la división simpática la sinapsis entre las neuronas de primer y segundo orden se produce dentro de una cadena de ganglios situada en paralelo a la columna vertebral. Una excepción a lo que se acaba de decir lo constituye la inervación simpática de la médula de las glándulas suprarrenales, donde las neuronas pre-ganglionares sinaptan directamente con las células adrenales encargadas de segregar la adrenalina y noradrenalina que pasarán posteriormente a la circulación sanguínea.

El neurotransmisor pre-ganglionar del SNA, tanto Simpático como Parasimpático, es la acetilcolina. Sin embargo, a nivel post-ganglionar las neuronas parasimpáticas continúan segregando acetilcolina, mientras que la mayor parte de las neuronas simpáticas segregan noradrenalina. Solo las fibras nerviosas simpáticas que inervan las glándulas del sudor y algunos vasos sanguíneos son colinérgicas.

La acetilcolina activa al menos dos tipos de receptores diferentes, denominados muscarínicos y nicotínicos. Unos y otros se encuentran en las células efectoras estimuladas por las neuronas post-ganglionares del Sistema Nervioso Parasimpático (SNP) y del Sistema Nervioso Simpático (SNS). También se han identificado dos tipos de receptores adrenérgicos, los alfa-receptores que están distribuidos por la musculatura lisa de las paredes de los vasos sanguíneos, y los beta-receptores que se encuentran fundamentalmente en las arteriolas coronarias y esqueléticas (Steptoe, 1981).

El desarrollo de drogas agonistas y antagonistas cada vez más selectivas aplicadas sobre estos receptores ha permitido hacer una segunda distinción entre adenorreceptores beta-1 y beta-2. Los receptores beta-1 son más abundantes en los tejidos cardíaco y adiposo. Los beta-2 se encuentran sobre todo en los músculos lisos de las arteriolas y en los tejidos pulmonares (Larsen, Schneiderman y DeCarlo Pasin, 1986).

El corazón es un órgano inervado por las dos ramas del SNA. Las terminaciones nerviosas del SNS se proyectan fundamentalmente sobre la musculatura ventricular y, aunque en menor medida, también sobre las zonas próximas a los nódulos sinusal y aurículo-ventricular. En términos generales puede decirse que los nervios simpáticos cardíacos que se originan en el lado derecho de la médula espinal influyen predominantemente sobre la TC, y los que parten del lado izquierdo de la médula afectan sobre todo a la contractibilidad del miocardio. La estimulación de los receptores beta-1 produce un incremento tanto en la TC ("efecto cronotrópico positivo") como en la fuerza de contracción ventricular ("efecto inotrópico positivo").

Por su parte, las fibras parasimpáticas cardíacas salen del tronco cerebral y se proyectan sobre el corazón a través del nervio vago (X par craneal). La mayor parte de las células ganglionares cardíacas que están inervadas por el vago se encuentran próximas a los nódulos sinusal y aurículo-ventricular, también hay algunas en las aurículas y muy pocas en los ventrículos. La descarga de acetilcolina por parte de las neuronas postganglionares situadas en el nódulo sinusal hace que se reduzca la tasa de despolarización espontánea de las células "marcapaso", lo que conlleva una disminución en la TC ("efecto cronotrópico negativo"). A su vez la estimulación vagal del nódulo aurículo-ventricular enlentece la conducción del impulso cardíaco ("efecto dromotrópico negativo") e incrementa el período refractario de los potenciales de acción. Por último, cuando las aurículas son estimuladas vagalmente disminuyen la fuerza de sus contracciones ("efecto inotrópico negativo") (Linden, 1985).

La mayor parte de los vasos sanguíneos periféricos están inervados por las terminaciones nerviosas simpáticas y en ellos se encuentran dos tipos de receptores adrenérgicos que tienen efectos diferenciales sobre la circulación sanguínea, los alfa-receptores y los receptores beta-2. La estimulación de los receptores alfa produce siempre una vasoconstricción periférica. La vasoconstricción de las arteriolas y pequeñas arterias va acompañada de un incremento en la resistencia periférica que a su vez produce un incremento en la presión arterial. La vasoconstricción de las venas y vénulas no afecta de forma significativa a la resistencia periférica aunque reduce de forma considerable el volumen de sangre que circula a través de ellas.

La activación simpática de los receptores beta-2 produce, sin embargo, una vasodilatación en la musculatura lisa de las arteriolas, lo que conlleva necesariamente un incremento en el flujo sanguíneo de los tejidos corporales por los que pasan (Larsen, Schneiderman y DeCarlo Pasin, 1986). La inervación parasimpática de los vasos sanguíneos es menos relevante. La estimulación de los receptores colinérgicos va siempre acompañada de una vasodilatación que incrementa el riego sanguíneo.

1.2.2 CONTROL HUMORAL

La activación simpática del corazón y de los vasos sanguíneos periféricos no ocurre tan solo por vía neural. Existe también una vía humoral mediada fundamentalmente por la secreción de adrenalina y noradrenalina (catecolaminas) por parte de la médula suprarrenal, inervada directamente por las terminaciones nerviosas simpáticas. Una vez estimulada la médula, las catecolaminas almacenadas en ella pasan a los vasos sanguíneos incrementándose simultáneamente la síntesis de nuevas hormonas adrenales.

En el hombre la secreción de adrenalina es muy superior a la de noradrenalina (80% frente a un 20% aproximadamente). Esta última, sin embargo, tiene un mayor efecto sobre la presión sanguínea porque produce vasoconstricción en casi todas las redes vasculares. La adrenalina dilata los vasos sanguíneos de la musculatura esquelética y cardíaca. Tanto una como otra pueden incrementar la TC y la fuerza de contracción del miocardio. En cualquier caso, el patrón de respuesta cardiovascular que generan depende sobre todo de la cantidad y duración de la secreción.

Además de las catecolaminas se han identificado otras hormonas que parecen estar implicadas en el control del tono vascular periférico. Una disminución en la presión arterial hace que los riñones segreguen una sustancia denominada renina que, a su vez, actuará sobre una proteína plasmática, el sustrato de renina, para producir la angiotensina I. Esta última hormona es inactiva en sí misma pero posteriormente se convierte en angiotensina II que tiene efectos importantes sobre la regulación de la presión arterial y la circulación sanguínea.

La angiotensina II actúa sobre los vasos sanguíneos provocando una vasoconstricción intensa en las arteriolas periféricas y moderada en las venas. También provoca la vasoconstricción de las arteriolas renales, haciendo que los riñones retengan agua y sal y aumente así el volumen de líquido en el cuerpo, lo que a su vez elevará la presión arterial. Finalmente, estimula la secreción de aldosterona por parte de la corteza adrenal. Esta última hormona está a su vez implicada en los mecanismos renales que regulan

el volumen y la presión sanguínea a través de sus efectos sobre el sodio y el potasio.

La vasopresina, segregada por la hipófisis posterior, parece tener un efecto vasoconstrictor más potente si cabe que el de la angiotensina II. No obstante, se segrega normalmente en cantidades muy pequeñas por lo que se piensa que tiene un papel poco relevante en el control vascular (Guyton, 1984). En condiciones de ejercicio físico, sin embargo, se segregan sustancias vasodilatadoras que tienen como función incrementar el metabolismo local de las células musculares. Aunque no se conoce la naturaleza exacta de estos vasodilatadores autorregulatorios locales, la adenosina parece ser uno de ellos. Cantidades extraordinariamente pequeñas de adenosina producen vasodilatación en los músculos esqueléticos (Larse, Schneiderman y DeCarlo Pasin, 1986). Se han aislado en la sangre otras sustancias vasodilatadoras, tales como la bradicinina, la serotonina, la histamina y las prostaglandinas cuyo efecto sobre la regulación de la circulación sanguínea no se conoce aún con exactitud.

Algo a resaltar en este contexto es el efecto a largo plazo sobre el sistema cardiovascular de las hormonas adrenales, en particular las catecolaminas y los glucocorticoides, por el importante papel que tienen en la movilización y utilización de las sustancias nutritivas almacenadas. Dichas hormonas facilitan la liberación de ácidos grasos libres y la producción de glucosa a partir de los hidratos de carbono (Steptoe, 1981). Si estas sustancias nutritivas no se consumen pasan a incrementar la cantidad de lipoproteínas existentes en la sangre, lo que a su vez puede afectar a largo plazo a los procesos ateroscleróticos desencadenantes de la mayor parte de los trastornos coronarios.

1.2.3 EL REFLEJO BARORRECEPTOR

Existen en diferentes partes del sistema circulatorio una serie de receptores sensoriales que regulan de forma refleja su funcionamiento y que mantienen estable el nivel de la presión arterial. El reflejo barorre-

ceptor es el que responde con mayor rapidez a los cambios en la presión y, por tanto, el que afecta más directamente al funcionamiento cardiovascular (Steptoe, 1981).

Los barorreceptores son terminaciones nerviosas de tipo arborescente situadas sobre todo en las paredes internas de los senos carotídeos, a la altura del cuello, y en las paredes del arco aórtico. Aunque en menor número algunos barorreceptores están también localizados en las grandes arterias de las regiones torácica y cervical. Son estimulados fundamentalmente por la distensión de las paredes arteriales provocada por un cambio en la presión arterial. Los impulsos transmitidos desde cada seno carotídeo llegan al bulbo, más concretamente al núcleo del tracto solitario, a través del nervio de Hering y del nervio glossofaríngeo. Los impulsos procedentes del arco aórtico son transmitidos por los nervios vagos.

Una vez que los impulsos barorreceptores llegan al Sistema Nervioso Central inhiben el centro simpático del bulbo y excitan su centro vagal. El efecto que esto tiene sobre la circulación sanguínea es doble: en primer lugar, una dilatación de todos los vasos periféricos y, en segundo lugar, una disminución de la frecuencia cardíaca y de la fuerza de contracción ventricular. De esta forma la estimulación de los barorreceptores origina por vía refleja una disminución en la presión sanguínea. El efecto contrario se observa cuando la presión se encuentra por debajo del nivel normal.

El reflejo barorreceptor es extraordinariamente potente para evitar cambios rápidos en la presión arterial que ocurren de un momento a otro. Sin embargo, su importancia es mucho menor en la regulación a largo plazo porque los propios barorreceptores acaban adaptándose al nivel de presión al que han quedado expuestos. Esta capacidad de adaptación evidentemente impide que el reflejo siga funcionando como un sistema de control al cabo de algunos días.

El cuerpo humano dispone además de receptores sensibles a los elementos químicos de la sangre. Los quimorreceptores, por ejemplo, situados igualmente en el arco de la aorta y en los senos carotídeos, tienen un papel

regulador importante cuando el nivel de la presión arterial es muy bajo y cuando el aporte de oxígeno es insuficiente. Incluso dentro del corazón existen receptores que median los reflejos cardiovasculares asociados con el volumen y la presión existente en las aurículas y los ventrículos.

2. ESTRUCTURAS NERVIOSAS SUPERIORES IMPLICADAS EN EL CONTROL CARDIOVASCULAR

La integración de todos los mecanismos implicados en el control cardiovascular, ya sean de tipo autonómico, humoral o reflejo, se lleva a cabo a nivel del Sistema Nervioso Central (SNC). Las posiciones más tradicionales sobre la regulación central de las funciones cardiovasculares conciben la existencia de una serie de "centros" vasomotores o cardíacos localizados en el tronco cerebral, cuya estimulación directa produce aumentos o disminuciones en la TC o en la presión sanguínea.

El centro vasomotor tronco-encefálico es con mucho el más conocido de todos ellos. Está situado en una zona que comprende la sustancia reticular del tercio inferior de la protuberancia y los dos tercios superiores del bulbo raquídeo (Guyton, 1984). Consta de dos partes diferenciadas entre sí, una parte excitadora bilateral cuya estimulación eléctrica produce vasoconstricción periférica e incremento en la frecuencia y contractibilidad del corazón y otra parte inhibidora medial que al ser estimulada puede producir dilatación vascular y disminución en la frecuencia cardíaca.

El progreso en la comprensión de los mecanismos implicados en la regulación central de las funciones cardiovasculares puso de manifiesto que una conceptualización basada exclusivamente en los centros del tronco cerebral era por fuerza incompleta (Hilton, 1975). Si bien es cierto que las reacciones cardiovasculares pueden ser aisladas unas de otras mediante estimulación eléctrica selectiva, hoy se sabe que todas ellas forman parte de patrones de respuesta más generales integrados longitudinalmente por el SNC. Las zonas del tronco cerebral implicadas en la regulación del sistema

cardiovascular no son ya consideradas como centros independientes y aislados sino más bien como núcleos conectados a su vez con áreas superiores del cerebro.

Entre las áreas cerebrales que se sabe intervienen en la regulación central integrada del sistema cardiovascular se encuentran las siguientes: el núcleo del tracto solitario (NTS), el hipotálamo, la amígdala, el septum y las áreas motora, orbito-frontal y antero-temporal de la corteza cerebral. El NTS ejerce una influencia inhibitoria negativa sobre las regiones que modulan el tono vasomotor. También conecta con los núcleos vagales y afecta, por tanto, a la activación parasimpática. La estimulación eléctrica del NTS en ratas produce decrementos en la presión arterial y en la TC (De Jong, Provoost y Shapiro, 1977).

A nivel superior, el hipotálamo puede ejercer efectos tanto excitatorios como inhibitorios sobre las zonas que modulan el tono vascular. Gellman, Schneiderman, Wallach y Le Blanc (1981) observaron incrementos en la TC y en la presión sanguínea estimulando la zona media del hipotálamo. La estimulación de las zonas anterior y posterior producía decrementos en la TC e incrementos en la presión sanguínea, además de otras manifestaciones de la activación simpática. Por último, estimulando el hipotálamo lateral producían enormes deceleraciones cardíacas junto a decrementos en la presión sanguínea e inactividad motora. La estimulación de la amígdala produce normalmente un incremento en el tono vagal que va acompañado de deceleraciones significativas en la TC. A su vez la activación de la amígdala parece estar regulada por la región septal próxima a ella cuya estimulación específica genera patrones cardiovasculares similares (Steptoe, 1981).

La estimulación eléctrica de las áreas corticales produce por lo general respuestas cardiovasculares más específicas que las observadas al estimular estructuras más inferiores. Green y Hoff (1973) observaron que la estimulación eléctrica del cortex motor en gatos y monos producía un incremento en la presión arterial acompañada de vasoconstricción renal y de dilatación en los vasos sanguíneos de los músculos esqueléticos. La estimulación de la corteza orbito-frontal ha producido en ocasiones una dilatación vascular acompañada de un incremento en el tono vagal y de

inhibición en la secreción de catecolaminas por parte de la médula suprarrenal. Similares incrementos en el tono vagal se han observado al estimular la corteza temporal anterior, manifestándose fundamentalmente en decrementos en la TC y en la presión sanguínea (Larsen, Schneiderman, DeCarlo Pasin, 1986).

Aunque la naturaleza exacta de los mecanismos implicados en el control superior de la circulación sanguínea en el hombre están aun por conocer, hoy nadie duda de su existencia y de la complejidad de las influencias neocorticales sobre todo el sistema circulatorio.

3. LA REACCION DE DEFENSA

Entre los patrones de respuesta integrados a nivel central, la reacción de defensa (RD) es con mucho el mejor conocido y el más extensamente estudiado. Consiste en un conjunto de respuestas somáticas, cardiovasculares y neuroendocrinas dirigidas a facilitar la interacción adecuada de un organismo con su ambiente.

El papel que desempeña el SNC en la mediación de esta RD ha sido bien documentado en la investigación animal (Bard, 1960). Abrahams, Hilton y Zbrozyna (1960) estimularon una zona del hipotálamo lateral en un grupo de gatos anestesiados y observaron un conjunto de respuestas fisiológicas caracterizadas por marcados incrementos en la TC y en la presión sanguínea acompañados de vasodilatación en los músculos esqueléticos y vasoconstricción en la piel y los intestinos. La vasoconstricción estaba mediada periféricamente por una descarga de noradrenalina por parte de los nervios simpáticos que inervan la piel y las vísceras. La vasodilatación por el contrario, estaba mediada fundamentalmente por la adrenalina segregada por la médula suprarrenal que estimula a su vez a los receptores beta-adrenérgicos localizados en los vasos sanguíneos de los músculos esqueléticos. Asociado a este patrón de respuesta fisiológica, Lisander (1970) encontró además un importante efecto de inhibición del reflejo barorreceptor.

Estimulando el área de defensa hipotalámica en gatos no anestesiados Bard (1960) pudo observar un conjunto de respuestas somáticas que incluían erección del pelo, giro de la cabeza, arqueado de la espalda, silbidos, retracción de las orejas y, por último, conducta de "lucha-huida". Junto a estas manifestaciones conductuales se observaron incrementos en la actividad cardíaca, vasoconstricción visceral y vasodilatación muscular.

El modelo de respuesta cardiovascular asociado con la PD en el hombre es idéntico en muchos aspectos al que se observa estimulando en animales el área de defensa. Se han utilizado varios paradigmas experimentales para elicitar estas respuestas fisiológicas en humanos. Algunos de ellos han utilizado procedimientos muy estresantes para los sujetos. Por ejemplo, hacerles creer que se les ha inyectado por equivocación un fármaco peligroso o someterles a un examen importante para su futuro profesional. Otros utilizan paradigmas menos amenazantes, tipo aritmética mental o asociación de palabras. Incluso han sido muy utilizadas las pruebas de estimulación simple en las que el sujeto se limita a escuchar una serie de sonidos de alta intensidad. El modelo de respuesta cardiovascular encontrado en los diferentes tipos de tareas es siempre bastante similar aunque difiera algo en su nivel de intensidad: incremento en la TC, vasodilatación muscular y vasoconstricción digital (piel).

Desde esta perspectiva se considera que el componente cardíaco típico de la RD es un incremento en la frecuencia del latido cardíaco. Por consiguiente, los cambios decelerativos en la TC han sido interpretados generalmente como componentes de otros patrones de respuesta integrados a nivel central cualitativamente diferentes a la RD. Por ejemplo, Surwit, Williams y Shapiro (1982) defienden la existencia de un patrón de respuesta caracterizado por un incremento en la resistencia periférica total de los vasos, sin cambios específicos en la actividad cardíaca o incluso con decrementos en la misma. Este patrón de respuesta iría acompañado de cambios comportamentales indicativos de un mayor procesamiento sensorial y de atención a los estímulos ambientales, frente al rechazo de la estimulación ambiental típico de la RD. En cualquier caso, hasta la fecha no ha habido intentos de interpretar la significación funcional de los cambios acelerativos y decelerativos sucesivos de la TC (tal como aparece en la

respuesta cardiaca ante estimulación intensa) desde la perspectiva de un mismo patrón de respuesta integrado a nivel central.

CAPITULO III

SIGNIFICACION COMPORTAMENTAL DE

LA RESPUESTA CARDIACA

El presente capítulo analiza las dos principales interpretaciones comportamentales de los cambios en la tasa cardíaca: la motivacional y la cognitiva. La interpretación motivacional se centra en la investigación sobre la tasa cardíaca como un índice de actividad somática. El marco general de referencia es la hipótesis de Obrist sobre el ajuste cardio-somático. La interpretación cognitiva se centra en la tasa cardíaca como un índice de procesamiento de la información. En este caso el marco general de referencia es la hipótesis de la aceptación-rechazo de Lacey.

1. LA TASA CARDÍACA COMO ÍNDICE DE ACTIVIDAD SOMÁTICA

Paul Obrist y su equipo de colaboradores han sido los principales defensores de la interpretación somática y motivacional de la actividad cardíaca. El punto central de su hipótesis es que la TC y la actividad somática covarian siempre que la primera se encuentre bajo el control del Sistema Nervioso Parasimpático. Sin embargo, cuando el funcionamiento del corazón está controlado por la rama Simpática del Sistema Nervioso Autónomo, una y otra medidas funcionan de manera independiente.

1.1 AJUSTE CARDIO-SOMÁTICO

Como se indicó en el Capítulo I, la hipótesis del acoplamiento cardio-somático explícitamente establece que la actividad somática y la TC están directamente relacionadas en aquellos paradigmas conductuales en los que esta última se encuentra bajo control vagal. La integración entre las actividades somática y cardiovascular se origina dentro del Sistema Nervioso Central y gracias a ella cuando un estímulo cualquiera inicia un cambio en la actividad somática inicia simultáneamente un cambio en el tono vagal que afecta a su vez a la TC. Según Obrist, el mejor ejemplo de integración cardio-somática ocurre durante el ejercicio físico donde la TC se incrementa de forma considerable para ajustarse de forma rápida y eficaz a las necesi-

dades metabólicas de la situación. Pues bien, un ajuste cardio-somático similar se produce también en situaciones que exigen demandas energéticas mucho más pequeñas, como por ejemplo, los paradigmas de condicionamiento clásico aversivo (CC) y tiempo de reacción simple (TR) (Obrist, 1981).

El paradigma de CC aversivo ha sido utilizado por Obrist en bastantes experimentos donde se manipulaban parámetros estímulares tales como la intensidad del EI (un calambre de 1.9 miliamperios frente a otro de 3.9 miliamperios) o el intervalo de tiempo entre el EC y el EI (8 segundos frente a 0.8 segundos). Un análisis minucioso de la TC durante el intervalo EC-EI reveló siempre de forma consistente la existencia de un patrón de respuesta bifásico caracterizado por una breve aceleración cardíaca que aparecía inmediatamente después del EC, seguida por una deceleración más pronunciada y sostenida que precedía a la aparición del EI aversivo. El bloqueo de la inervación vagal con atropina hacía desaparecer tanto la aceleración como la deceleración cardíaca (Obrist, Wood y Pérez-Reyes, 1965) concluyéndose, entonces, que los dos componentes de la respuesta anticipatoria bifásica eran producto de las influencias vagales: la aceleración de un decremento en el tono vagal y la deceleración de un incremento en el mismo. Además se observó que la deceleración anticipatoria fásica de la TC previa a la presentación del EI coincidía siempre con un decremento en la actividad somática, medida esta última por el electromiograma (EMG) de la barbilla, la frecuencia y la profundidad de la respiración (Obrist, 1968), el parpadeo y el número de movimientos oculares (Obrist, Webb y Sutterer, 1969). La estrecha correlación encontrada entre la actividad EMG del músculo de la barbilla y la ejecución de varios movimientos en determinadas zonas del cuerpo (cambios en la postura, movimientos de cabeza y extensión de brazos y piernas) llevó a Obrist a afirmar que el EMG de la barbilla es un buen indicador de la actividad somática general (Obrist, Webb y Sutterer, 1969), dejando de registrar de forma sistemática a partir de entonces la actividad EMG existente en los grandes músculos del cuerpo.

Esta misma covariación cardio-somática fué observada en el intervalo preparatorio (IP) de una tarea de TR señalizada donde una señal de aviso se presentaba 5 segundos antes de la señal imperativa (Obrist, Webb y Sutterer, 1969). La respuesta de la TC durante el IP tenía dos componentes

bien diferenciados, una aceleración que aparecía inmediatamente después de la señal de aviso seguida de una deceleración anticipatoria de la señal imperativa (patrón bifásico idéntico al observado en el intervalo EC-EI del paradigma de CC aversivo). Además, en este caso, después de la ejecución de la respuesta motora de apretar la palanca, la TC volvía a acelerar, apareciendo entonces un patrón trifásico concomitante en todo momento con la actividad EMG del músculo de la barbilla y la frecuencia respiratoria. Se encontraron, por otra parte, importantes correlaciones entre la magnitud de la deceleración cardíaca, la actividad somática y el tiempo de reacción en el sentido de que tiempos de reacción más rápidos iban acompañados de mayores decrementos en la TC y en la actividad somática. Estos datos llevaron a Obrist a hipotetizar que debía existir un proceso inhibitorio general de origen central que facilitaba la ejecución adecuada en la tarea (Obrist, Webb, Sutterer y Howard, 1970a). Estudios posteriores demostraron que las tres fases de la respuesta cardíaca estaban reflejando influencias vagales sobre el miocardio ya que el bloqueo simpático no producía cambios importantes en el patrón (Obrist, Lawler, Howard, Smithson, Martin y Manning, 1974b), mientras que el bloqueo vagal lo alteraba completamente (Obrist, Webb, Sutterer y Howard, 1970b).

1.2 DESAJUSTE CARDIO-SOMÁTICO

Existen sin embargo, a juicio de Obrist, otros paradigmas experimentales que sí pueden evocar las influencias del Sistema Nervioso Simpático sobre el corazón, en concreto, aquellos que ofrecen al sujeto la oportunidad de participar activamente en la tarea pudiendo evitar, por ejemplo, un calambre eléctrico ("coping activo"). Se trata, por tanto, de tareas experimentales bien diferentes a las de CC aversivo descritas anteriormente donde el sujeto era un mero receptor pasivo de la estimulación aversiva ("coping pasivo"). Además de la variable "coping activo", se señalan otros dos parámetros situacionales que pueden complicar el panorama de las influencias simpáticas, la novedad de la situación estimular y la existencia de importantes diferencias individuales en reactividad miocárdica, como veremos en el capítulo IV.

El paradigma experimental más utilizado para evaluar la dimensión de "coping activo" ha sido, sin lugar a dudas, el de TR señalizado donde la evitación de un estímulo aversivo (calambre) se hace contingente con una ejecución adecuada en la tarea (Obrist, Lawler, Howard, Smithson, Martin y Manning, 1974b). El procedimiento en este caso implicaba un intervalo preparatorio de 8 segundos entre una señal de aviso (luz) y una señal imperativa (tono). A continuación se dejaba otro intervalo de 8 segundos antes de presentar el calambre, que ocurría aproximadamente en 7 de los 30 ensayos de que constaba la tarea completa. Las influencias beta-adrenérgicas fueron evaluadas mediante bloqueo farmacológico en 11 de los 32 sujetos participantes. La TC fue analizada durante un periodo de 30 segundos posteriores al inicio de la "señal de aviso" en cada ensayo. Los resultados experimentales pusieron claramente de manifiesto que durante los 13 primeros segundos de cada ensayo la TC se encontraba bajo la influencia del SN Parasimpático ya que tanto el grupo que tenía la inervación simpática intacta como el que la tenía bloqueada mostraba un patrón de respuesta similar. Se trataba de una respuesta trifásica perfectamente comparable a la observada en los paradigmas de CC aversivo y TR Simple antes descritos. Sin embargo 1 ó 2 segundos antes del momento en que debía aparecer el estímulo aversivo (esto es, 14 ó 15 segundos después de la señal de aviso) el efecto simpático sobre la TC se hacía evidente. El grupo de la inervación simpática intacta mantenía su aceleración cardíaca después de la ejecución de la respuesta motora, mientras que en el grupo de la inervación bloqueada la TC volvía al nivel de línea de base.

Además de la TC, en este experimento se tomaron tres medidas de la actividad somática: EMG de la barbilla, parpadeo y movimientos oculares, y actividad general. Las tres medidas cambiaban de forma paralela a la TC cuando esta última se encontraba bajo control vagal (durante los 13 primeros segundos de cada ensayo). Sin embargo, en el momento en que aparecían los efectos simpáticos las medidas somáticas volvían a la línea de base mientras la TC permanecía bastante incrementada, lo que se interpretó como una prueba clara y evidente de desajuste cardio-somático.

En un estudio posterior Obrist y cols. (1978) pusieron a prueba la dimensión "coping activo" frente a "coping pasivo" haciendo pasar a un

grupo de sujetos por tres nuevos paradigmas experimentales con el objeto de analizar los cambios tónicos producidos en la TC. La primera tarea fue de TR no señalizada con evitación de calambre, donde se manipulaba la dificultad de la tarea y el éxito en la evitación se hacía contingente con la ejecución (coping activo). La segunda fue una tarea aversiva consistente en pedir al sujeto que metiera su pie derecho en un recipiente con agua e hielo durante 90 segundos consecutivos -test de tolerancia al frío- (coping pasivo). La última tarea tenía por objeto evocar un estado afectivo positivo en los sujetos mediante la proyección de una película pornográfica de 8 minutos de duración sobre la conducta heterosexual de dos jóvenes adultos (coping pasivo). Los resultados fueron bastante claros al demostrar que en las dos tareas de "coping pasivo" la TC se incrementaba significativamente menos que durante los dos primeros minutos de la tarea de evitación del calambre. A su vez el bloqueo farmacológico beta-adrenérgico produjo un mayor decremento en la TC durante la tarea de evitación que en cualquiera de las otras dos tareas, lo que demostraba una vez más que las influencias simpáticas son evocadas predominantemente en los paradigmas de "coping activo".

El hecho de que la TC y la actividad somática concomitante con ella sean independientes cuando el corazón se encuentra bajo el control del Sistema Nervioso Simpático llevó a Obrist (1981) a sugerir que estos cambios cardíacos son metabólicamente inapropiados ya que la frecuencia y la fuerza de las contracciones cardíacas superan en buena medida las exigencias metabólicas de la situación. Este cambio cardiovascular inapropiado fue puesto a prueba en una serie de experimentos con perros sometidos a dos tareas diferentes: ejercicio físico y evitación de calambre. A diferencia de lo que ocurría durante el ejercicio físico, la tarea de evitación producía en los perros cambios en la TC excesivos para las exigencias metabólicas de la tarea, medidas estas últimas por el consumo de oxígeno. Aunque aún no se ha demostrado experimentalmente que sean justamente las influencias adrenérgicas las responsables de esta disparidad entre los cambios cardiovasculares y metabólicos, hay evidencia suficiente para pensar que así sea. En caso de confirmarse esta hipótesis, los ajustes cardiovasculares metabólicamente inapropiados pueden ser una de las vías por las que los estímulos ambientales pueden afectar a la etiología de determinados trastornos psicofisiológicos (Obrist, 1981).

1.3 INVESTIGACION POSTERIOR SOBRE EL AJUSTE CARDIO-SOMÁTICO

La hipótesis del acoplamiento cardio-somático ha sido puesta a prueba en recientes investigaciones que no siempre han confirmado los postulados generales defendidos por Obrist y su equipo de colaboradores. El paradigma más utilizado en este contexto ha sido el de TR señalizado donde el intervalo preparatorio entre la señal de aviso y la señal imperativa suele ser un periodo fijo de 4 segundos. El patrón cardíaco predicho por la hipótesis en este caso tenía tres componentes bien diferenciados (aceleración-deceleración-aceleración) concomitantes en todo momento con la actividad somática general aunque sólo se tomaran medidas de algunos músculos concretos del cuerpo (por ejemplo, EMG de la barbilla, movimientos oculares y parpadeo).

Haagh y Brunia (1984) analizaron los cambios en la TC durante el intervalo preparatorio de una tarea de TR señalizada donde la respuesta motora consistía en la flexión plantar del pie derecho. Además de la TC y el electrooculograma (EOG) se registró la actividad EMG de 9 músculos estriados que variaban en relevancia con respecto a la ejecución de la respuesta motora. Los resultados obtenidos confirmaron en parte la hipótesis del acoplamiento cardio-somático ya que la deceleración cardíaca anticipatoria de la señal imperativa iba acompañada por un decremento paralelo en los movimientos oculares y en la actividad EMG de la barbilla. Sin embargo, no se observó el decremento esperado en 4 músculos de la pierna izquierda que no mostraron cambios significativos en su actividad con respecto a la línea de base y que eran igualmente irrelevantes para la tarea de flexión plantar del pie derecho. En consecuencia no puede concluirse que la deceleración cardíaca anticipatoria vaya acompañada de un decremento en la actividad somática general como postulaban Obrist, Webb y Sutterer (1969). Es más, otros 4 músculos de la pierna derecha implicados directamente en la flexión plantar del pie mostraron un incremento anticipatorio a la ejecución de la respuesta motora que se interpretó como reflejando un proceso preparatorio que anticipa la ejecución de la respuesta (Haagh y Brunia, 1984; Brunia y Vingerhoets, 1980). Webb y Christ (1970), sin embargo, no encontraron

cambios significativos en la actividad del músculo flexor del antebrazo relevante a la respuesta motora de apretar una palanca durante el mismo intervalo preparatorio.

Un estudio posterior utilizó el mismo paradigma de TR señalado pero manipulando en esta ocasión 4 condiciones de respuesta diferentes: flexión plantar del pie, flexión del dedo índice, parpadeo voluntario del ojo y respuesta verbal (Brunia y Damen, 1985). Durante el intervalo preparatorio no se observaron diferencias significativas entre los cambios cardíacos fásicos anteriores a cada una de las 4 respuestas motoras estudiadas. En todos los casos apareció la deceleración anticipatoria esperada que es de nuevo interpretada como intención de respuesta y que viene a indicar que se va a realizar a continuación un movimiento sin especificar de qué tipo de movimiento se trata. Sin embargo, inmediatamente después de presentar la señal imperativa aparecen diferencias cardíacas significativas entre las 4 condiciones de respuesta: el incremento esperado en la TC es más rápido y más pronunciado cuando se requieren movimientos grandes en el dedo y en el pie que cuando se exige un simple parpadeo o una respuesta verbal. Lo que significa que una vez presentada la señal imperativa parece existir un acoplamiento entre los cambios cardíacos y la actividad muscular en la línea defendida por Obrist. Estos resultados coinciden en buena parte con los obtenidos en una serie de estudios sobre cambios en la amplitud del reflejo del tendón de Aquiles utilizando el mismo paradigma de TR antes mencionado (Brunia, 1984).

De lo expuesto hasta aquí se puede deducir que la única evidencia de inhibición motora durante el intervalo preparatorio procede del registro EMG de la barbilla, el parpadeo y los movimientos oculares (Obrist, Webb y Sutterer, 1969; Haagh y Brunia, 1984), músculos todos ellos poco importantes desde un punto de vista energético y motivacional. Resulta difícil entender por qué la TC se acopla exclusivamente con un decremento en la actividad de algunos de los músculos más pequeños del cuerpo, observándose sin embargo un incremento paralelo en la actividad de otros músculos más grandes como los de las piernas, por ejemplo (Haagh y Brunia, 1984). Los datos disponibles hasta este momento no confirman las predicciones del acoplamiento cardio-somático, al menos en lo que se refiere al intervalo preparatorio de una

tarea de TR simple. Una vez se presenta la señal imperativa, esto es, contingentemente a la ejecución motora, el acoplamiento es perfecto. La significación funcional de estas diferencias entre el nivel de activación de los músculos del rostro y los de las extremidades no es fácil de precisar. Brunia (1984) hipotetiza que todos los músculos del rostro desempeñan un papel importante en la transmisión de la información, mientras que los del tronco y las extremidades están principalmente relacionados con el ejercicio. Podría ocurrir que la quietud selectiva en el sistema de comunicación ayudara a percibir mejor la estimulación y, por tanto, a prepararse mejor para emitir la respuesta.

Utilizando un paradigma de TR no señalizado algunos autores han analizado los cambios en TC concomitantes con contracciones musculares breves. La tarea típica consiste en pedir al sujeto que contraiga con la mayor fuerza posible algunos músculos de sus brazos o piernas en el momento en que escuche una señal auditiva. La respuesta cardíaca concomitante con la contracción muscular es siempre una aceleración en la TC de muy corta latencia que se inicia aproximadamente 0.5 segundos después de iniciada la contracción. Además, esta aceleración parece ser únicamente el resultado de una inhibición en el tono vagal ya que la administración de atropina la hace desaparecer por completo (Gelsema, Hollander, Karemaker y Bouman, 1985). Lo que no queda claro en estos estudios es si el tamaño de la aceleración cardíaca refleja cantidad total de actividad somática como proponía Obrist (1981), pues no parece existir una correlación entre la fuerza ejercida en la contracción y el incremento en la tasa cardíaca.

2. LA TASA CARDÍACA COMO ÍNDICE DE ACTIVIDAD COGNITIVA

John y Beatrice Lacey han sido, sin lugar a dudas, los principales representantes de la interpretación cognitiva de los cambios en TC. Sus trabajos han tenido una gran influencia en la psicofisiología cardiovascular contemporánea y buena prueba de ello es el homenaje que recientemente se le ha hecho con motivo de su jubilación y que queda

recogido en el libro "Psychophysiological perspectives. Festschrift for Breartrice and John Lacey" (Coles, Jennings y Stern, 1984). Se presenta a continuación un resumen de su teoría para pasar a analizar posteriormente en qué medida los estudios recientes han confirmado o no sus puntos de vista.

2.1 HIPOTESIS DE LA "ACEPTACION-RECHAZO"

2.1.1 CAMBIOS TONICOS

Las primeras observaciones sobre la relación existente entre TC y actividad cognitiva se obtuvieron en unos estudios sobre cambios tónicos en TC, donde se hacía un promedio de la TC durante varios segundos posteriores a la realización de una serie de tareas (Lacey, Kagan, Lacey y Moss, 1963). Como se expuso en el Capítulo I, la deceleración cardíaca iba siempre asociada a tareas que exigían al individuo atender a estímulos ambientales, por ejemplo, escuchar una narración dramática, ver una serie de luces o escuchar unos sonidos. Además, a esta deceleración cardíaca asociada a procesos atencionales se le atribuía la función de incrementar la receptividad del organismo y de prepararlo para responder de forma efectiva a la estimulación.

La aceleración, sin embargo, ocurría asociada a otros dos tipos de tareas diferentes: tareas de carácter aversivo que implicaban el rechazo de estímulos ambientales dolorosos (por ejemplo, la prueba de inmersión de la mano o el pie en agua fría) y tareas que implicaban inatención motivada o elaboración cognitiva. Las tareas más utilizadas dentro de este segundo grupo son las de aritmética mental donde, por ejemplo, se le pide al sujeto que realice sumas sucesivas simples. Partiendo de un número compuesto por dos dígitos la tarea puede consistir en sumar los dos dígitos y añadir la suma al número inicial. El resultado de la adición le proporciona los siguientes dos dígitos que deben ser sumados y añadidos al número anterior. Esta operación se va repitiendo sin interrupción durante el periodo completo de 1 minuto que dura la prueba. Cuando se cumple este tiempo el sujeto da a

conocer el resultado final de las sumas sucesivas que ha ido realizando (Lacey y Lacey, 1974).

2.1.2 CAMBIOS FÁSICOS

La relación entre aceleración cardíaca y elaboración cognitiva no fue tan extensamente estudiada en investigaciones posteriores como la existente entre deceleración cardíaca y estados atencionales. De hecho, en el trabajo de los Lacey el tema de la aceleración se abordó casi exclusivamente en el contexto de los experimentos originales sobre cambios tónicos en TC que se acaban de mencionar. La deceleración, sin embargo, fue ampliamente analizada posteriormente utilizando el paradigma típico de TR señalizado donde el intervalo de tiempo entre la señal de aviso y la señal imperativa solía ser de 4 segundos (Lacey y Lacey, 1970). Inmediatamente después de la señal de aviso aparecía una aceleración fásica en la TC que no fue objeto de mucho interés, seguida de una deceleración cardíaca que anticipaba la presentación del estímulo imperativo. Esta deceleración fásica fue interpretada como manifestación de un proceso preparatorio que facilitaba la interacción del sujeto con el estímulo anticipado favoreciendo tanto los aspectos sensoriales como los aspectos motores de la interacción. Informaron además que la magnitud y la forma de la deceleración anticipatoria dependía de la motivación del sujeto para responder rápidamente al estímulo imperativo y que estaba asociada con su ejecución en la tarea: a mayor deceleración mejor ejecución.

2.1.3 CAMBIOS INTRA CICLOS

Utilizando el paradigma de TR señalizado los Lacey analizaron otros cambios en la actividad cardíaca de latencia más corta, en concreto, los cambios en la duración del ciclo cardíaco o intervalo de tiempo entre dos pulsos consecutivos producidos por la presentación de los estímulos. Tras realizar varios estudios sobre el tema concluyeron que la duración del ciclo cardíaco puede estar influenciada, al menos, por tres factores

independientes. En primer lugar, el momento en que ocurre el estímulo dentro del ciclo (Lacey y Lacey, 1973): los estímulos que ocurren pronto en el ciclo cardíaco prolongan el periodo en el que se encuentran mientras que los que ocurren más tarde prolongan el ciclo siguiente. En segundo lugar, el nivel de la TC del sujeto: los sujetos con TC más baja son capaces de incrementar más la duración de su ciclo, esto es, a mostrar una mayor deceleración cardíaca que los sujetos con TC más alta. El tercer factor es la significación del estímulo: mientras los estímulos imperativos tienen un efecto claro sobre la duración del ciclo cardíaco, los estímulos de aviso no lo tienen (Lacey y Lacey, 1977, 1980b).

Se hipotetizó que el mecanismo fisiológico responsable del cambio en la duración del ciclo es la actividad vagal disparada tras la presentación del estímulo. Esta activación vagal produce un decremento en la inclinación de la despolarización diastólica y en consecuencia un incremento en la duración del ciclo o, lo que es lo mismo, un decremento en la TC (Lacey y Lacey, 1977). Ahora bien, la potencia de este efecto vagal no es idéntica en todos los momentos de un ciclo cardíaco, de ahí que su duración dependa en buena medida del momento en el que ocurre el estímulo dentro del mismo.

2.2 LA DECELERACION CARDIACA Y SU INTERPRETACION COGNITIVO-ATENCIONAL

Investigaciones posteriores han puesto a prueba las hipótesis originales de los Lacey sobre la relación existente entre TC y actividad cognitiva, confirmando la mayor parte de las veces sus predicciones. Coles (1972) evaluó los cambios tónicos en TC como una función de la discriminabilidad de los estímulos dentro de una tarea de búsqueda visual. Los sujetos debían buscar las letras "e" o "b" dentro de una matriz de 40x60 que había sido elaborada utilizando solamente letras "a". Se hipotetizó, siguiendo la línea argumental de Lacey, que cuanto más difícil fuera la discriminación mayor sería la deceleración cardíaca asociada a la tarea, puesto que implicaría una mayor atención a los estímulos ambientales. Los resultados confirmaron totalmente la hipótesis, los sujetos que tenían que buscar la

letra "e" (la más difícil de discriminar) fueron los que mostraron una mayor deceleración cardíaca que se mantuvo durante los 30 segundos que duró la tarea.

Los cambios fásicos en TC han sido analizados por algunos autores utilizando el paradigma típico de TR señalizado, aunque introduciendo algunas modificaciones en el mismo. Por ejemplo, Duncan-Johnson y Coles (1974) y Coles y Duncan-Johnson (1977) realizaron una serie de experimentos para estudiar los efectos que la variación en las características del estímulo imperativo tenía sobre la actividad cardíaca antecedente. Sometieron a los sujetos a una serie de pruebas de discriminación auditiva donde se manipulaba la dificultad de la tarea. El sujeto tenía que indicar, presionando uno o dos botones después de un estímulo imperativo (tono), si el estímulo presentado era igual o diferente del tono que había servido como señal. En la condición "fácil" el tono imperativo era el mismo o muy diferente del tono señal; en la condición "difícil", cuando el tono imperativo era diferente, lo era sólo ligeramente. Los ensayos "fáciles" y "difíciles" se presentaban de forma aleatoria y una luz, que aparecía al mismo tiempo que el tono de aviso, le indicaba al sujeto si el ensayo de discriminación iba a ser fácil o difícil. Se predijo que en la condición "difícil" la deceleración anticipatoria del estímulo imperativo sería mayor, ya que requería mayor procesamiento perceptual. Los resultados confirmaron las predicciones y la mayor deceleración encontrada en los ensayos "difíciles" fué interpretada como una respuesta preparatoria relacionada con las demandas perceptivas anticipadas.

Tras realizar una amplia revisión sobre los cambios en TC y su posible relación con procesos cognitivos, Jennings (1986a) sugiere que la deceleración cardíaca es un indicador específico de procesos atencionales, tanto si la deceleración surge en anticipación de un estímulo esperado (estudios sobre TR señalizado) como si aparece en respuesta a un estímulo inesperado (estudios sobre el reflejo de orientación). En ambos casos el estímulo induce un estado psicológico similar de alerta focalizada. La deceleración cardíaca, además, parece facilitar los procesos sensoriales y motores cumpliendo una función adaptativa puesto que ayuda o, al menos no interfiere, con la ejecución adecuada del individuo en las tareas.

Pocos estudios en este contexto de investigación han intentado evaluar el grado en que la actividad somática y la actividad cardíaca aparecen acopladas durante el intervalo preparatorio de las tareas de TR comúnmente utilizadas. Como se indicó en el Apartado 1.1 del presente Capítulo, la hipótesis del acoplamiento cardio-somático defendida por Obrist establece que durante el intervalo preparatorio de una tarea de TR la deceleración cardíaca es parte de una respuesta inhibitoria generalizada asociada con una quietud en la actividad somática. Coles (1974) intentó evaluar la hipótesis de Obrist utilizando una tarea de discriminación en la que se pedía al sujeto que detectara cambios rápidos en la duración del trazo de un osciloscopio que ocurrieran con una probabilidad de 0.5. La duración del cambio en el trazo podía ser corta, media o larga, manipulando así tres niveles de dificultad. Además de la TC, en este estudio se tomó una medida de la actividad EMG de la barbilla. Tal como postulaba Obrist, la TC y la actividad EMG mostraban patrones similares de respuesta durante el intervalo preparatorio (tiempo transcurrido entre una señal de aviso y el momento del posible cambio en el trazo del osciloscopio). Sin embargo, tan sólo la TC estaba relacionada con las manipulaciones de la dificultad de la tarea: las deceleraciones eran mayores en la condición "difícil". Por tanto, si bien es cierto que existe acoplamiento entre los sistemas cardíaco y somático en estas tareas, la actividad cardíaca tiene una relación especial con los procesos atencionales que no es compartida por la actividad somática.

2.3 LA ACELERACION CARDIACA Y SU RELACION CON EL PROCESAMIENTO COGNITIVO

Los resultados de los experimentos presentados hasta aquí apoyan la hipótesis defendida por Lacey de que la magnitud de los cambios decelerativos en la TC depende de las demandas de atención a los estímulos externos que la tarea impone al sujeto. El tema de la aceleración cardíaca física y su posible relación con el procesamiento cognitivo fué analizado por Coles, Soedjan e Isaacson (1972). El estudio consistía en presentar a un sujeto una serie de 60 tonos en forma aleatoria, 30 de alta intensidad y

otros 30 de baja intensidad. Cada sujeto debía contar o responder a uno de los tonos (el tono señal) e ignorar el otro (el tono no-señal). Tras la presentación de todos los tonos apareció el patrón trifásico característico de las tareas de TR señalizado: aceleración-deceleración-aceleración. Sin embargo, los tonos "señal" iban asociados a una aceleración inicial mayor que los tonos "no-señal", tanto si el sujeto tenía que contar como si tenía que responder a las señales. Concluyeron afirmando que la aceleración cardíaca subsecuente a la presentación del estímulo resultó incrementada por el proceso de elaboración cognitiva que implicaba la tarea.

En un estudio posterior Coles y Duncan-Johnson (1975) dan a conocer los resultados de los experimentos en los que se utilizó un diseño más complejo. Los sujetos fueron sometidos a una tarea de TR que implicaba un procesamiento de la información de tipo secuencial. Cada ensayo estaba compuesto por los siguientes estímulos: una luz roja que actuaba como señal de aviso, tres tonos y otra luz verde que servía de señal imperativa. En el primer experimento, los sujetos debían responder a la luz verde sólo si los tres tonos precedentes eran diferentes entre sí. En el segundo experimento, responderían sólo si dos tonos cualesquiera eran idénticos. Los resultados del primer experimento indicaron que la presentación de todos los estímulos dentro de cada ensayo iba seguida por una aceleración fásica en la TC. Sin embargo, la aceleración que seguía al tercer tono era diferente dependiendo de la significación que tuviera ese tono. Cuando los dos primeros tonos eran iguales y, por tanto, el tercer tono no aportaba información relevante a la respuesta, la aceleración cardíaca o bien no existía o era muy pequeña. Cuando el tercer tono era idéntico al segundo o al primero, indicando que no se debía responder ante la luz verde, se observaba una aceleración moderada. Finalmente cuando los tres tonos eran diferentes y el tercer tono indicaba que se debía responder ante la luz verde, se observó la máxima aceleración. En el segundo experimento, los tonos segundo y tercero iban asociados a aceleraciones diferenciales. Los resultados ponían, por tanto, de manifiesto que la aceleración fásica en la TC dependía de actividades cognitivas tales como la elección de respuesta y la toma de decisiones. De acuerdo con Jennings (1986b) otros procesos cognitivos asociados comúnmente con la aceleración cardíaca son la memorización, la retención y el razonamiento lógico. Así, mientras la deceleración cardíaca parece estar relacionada con

la anticipación y detección de la información, la aceleración lo está con el procesamiento posterior de la misma, su almacenamiento y transformación.

La principal conclusión que puede extraerse de las investigaciones que han utilizado el paradigma de TR señalizado para analizar los cambios en TC y su posible relación con procesos cognitivos es que tanto la aceleración como la deceleración cardíaca están asociadas a tales procesos. Queda claro, por otra parte, que la secuencia de respuestas típica de este paradigma y de otros similares es la siguiente: (1) aceleración, (2) deceleración y (3) recuperación o nueva aceleración. Se trata, por tanto, de un patrón de respuesta idéntico al que aparece en los trabajos de Obrist, Webb y Sutterer (1969) y se admite además que la secuencia completa de respuestas pueda encontrarse bajo el control del SN Parasimpático como postulaban Obrist, Webb, Sutterer y Howard (1970b). Sin embargo en este caso la interpretación de los cambios físicos en TC no se hace en términos de un acoplamiento cardio-somático sino más bien en términos de un procesamiento cognitivo que implica tres etapas secuenciales: (1) evaluación y elaboración del estímulo -primera aceleración-; (2) preparación anticipatoria -deceleración-; (3) activación concomitante con la respuesta motora -segunda aceleración- (Coles, 1984).

Para concluir, podemos afirmar que la línea de investigación iniciada por J. y B. Lacey en 1963 permanece vigente en la actualidad y apoya decididamente la interpretación cognitiva de los cambios en TC frente a la interpretación somática o motivacional.

CAPITULO IV

DIFERENCIAS INDIVIDUALES Y CONSISTENCIA DEL
PATRON CARDIACO DE DEFENSA:
IMPLICACIONES CLINICAS

Historicamente el tema de las diferencias individuales ha ocupado un lugar destacado dentro de la psicología científica. Ya desde sus mismos inicios se señalaba la importancia del estudio sistemático de estas diferencias y la necesidad de desarrollar instrumentos de medida que permitieran cuantificarlas adecuadamente. Se iniciaba así una importante línea de investigación en psicología conocida con el nombre de psicología diferencial o correlacional.

El interés por el estudio psicofisiológico de las diferencias individuales en personalidad tuvo su origen en el trabajo pionero de Eppinger y Hess (1917/1910) donde se proponía la existencia de dos tipos de individuos diferenciados en función de su predisposición a responder prioritariamente con la rama Simpática o Parasimpática del Sistema Nervioso Autónomo. Partiendo de estas ideas Wenger (Wenger y Cullen, 1972) se interesó por el estudio de las diferencias individuales en reactividad autonómica relacionándola con características de personalidad y trastornos psicósomáticos. Otro punto de partida histórico puede encontrarse en los trabajos de Pavlov sobre diferencias tipológicas en el funcionamiento del Sistema Nervioso basadas sobre todo en los procesos de excitación e inhibición. Estas ideas fueron desarrolladas posteriormente en la psicología soviética por Teplov y Nebylitsyn y en occidente por Eysenck, Claridge y Gray ejerciendo una influencia decisiva en la psicología de la personalidad contemporánea (Bermudez, 1986).

Se pueden distinguir dos aproximaciones diferentes al estudio psicofisiológico de las diferencias individuales. La primera y más tradicional se ha centrado en el análisis de las diferencias asociadas a factores de personalidad medidos a través de cuestionarios y tests psicológicos, en los que se postula algún proceso fisiológico diferencial. Por ejemplo, la activación autonómica en el caso del neuroticismo, la activación cortical en el caso de la introversión, la reactividad cardiovascular en el caso del patrón de personalidad Tipo-A, etc. El procedimiento a seguir en este caso consiste en categorizar a las personas como diferentes en función de sus respuestas a los cuestionarios y posteriormente intentar identificar sus características psicofisiológicas particulares. No es nuestro objetivo en este

momento hacer un análisis de la investigación relevante en este contexto pero sí señalar algunos de los factores de personalidad que tradicionalmente han estado ligados al estudio de las diferencias individuales y que aparecen recogidos en la exhaustiva revisión sobre el tema realizada recientemente por Gale y Edwards (1986). Los factores de personalidad a los que comúnmente se hace referencia son los siguientes: (1) Ansiedad-Neuroticismo, entendida la primera como rasgo de personalidad y no como estado emocional; (2) Extraversión-Introversión; (3) Dependencia del campo perceptivo, grado en el que la percepción de un objeto está determinada por el campo perceptivo que rodea al sujeto; (4) Lugar de control, percepción que tiene una persona del mundo que le rodea y forma en que interpreta su éxito o fracaso al interactuar con ese mundo; (5) Búsqueda de sensación, patrón de conducta tendente a buscar estimulación variada; (6) Personalidad Tipo-A, patrón de conducta caracterizado por impaciencia, agresividad, competitividad y urgencia ante situaciones desafiantes del mundo físico y social.

La segunda aproximación al estudio de las diferencias individuales desde un punto de vista psicofisiológico procede a la inversa, esto es, primero identifica los patrones de respuesta característicos de grupos de individuos y posteriormente analiza su posible significación comportamental y su posible implicación en el desarrollo de trastornos psicósomáticos (Vila, 1981). Recientemente Obrist (Obrist, Light, Langer y Koepke, 1986) se ha mostrado un claro defensor de esta segunda estrategia de investigación insistiendo en la importancia de conocer en primer lugar los mecanismos fisiológicos implicados, por ejemplo, en el control de las variables cardiovasculares para determinar posteriormente en qué medida se relacionan con dimensiones conductuales específicas tales como el patrón de conducta Tipo-A. En este capítulo se presentarán un conjunto de investigaciones dirigidas a estudiar las diferencias individuales desde esta segunda perspectiva.

1. DIFERENCIAS INDIVIDUALES EN PATRONES PSICOFISIOLÓGICOS

1.1 PATRONES ESPECÍFICOS DE RESPUESTA

La observación de que los individuos difieren entre sí en la forma como tienden a responder ante diferentes situaciones estímulares no es nueva en la literatura psicofisiológica. Hace más de 30 años John Lacey puso a prueba la hipótesis de que los individuos muestran patrones fisiológicos de respuesta característicos ante diferentes situaciones estresantes (Lacey, 1950). En un estudio longitudinal con 12 mujeres, utilizó un test de asociación de letras para provocar cambios en presión sanguínea sistólica y diastólica, TC y conductancia de la piel. Los resultados mostraron marcadas diferencias entre los sujetos y Lacey concluyó que los individuos normales pueden mostrar patrones de reacciones fisiológicas idiosincráticamente organizados y perfectamente reproducibles a lo largo del tiempo.

Esta aproximación fué posteriormente desarrollada, tanto desde un punto de vista empírico como teórico, y dió lugar a la formulación del principio de "especificidad de respuesta individual". Dicho principio establece que para un conjunto dado de medidas autonómicas, los individuos tienden a responder con activación máxima en una variable fisiológica determinada ante una variedad de situaciones estresantes (Lacey, Bateman y van Lehn, 1952). Así, puede ocurrir que los individuos no sean reactivos a nivel general pero que aparezcan selectivamente hiperreactivos en algunas medidas autonómicas e hiporreactivos en otras.

Los resultados de un estudio posterior (Lacey y Lacey, 1958) dieron apoyo empírico a este concepto de "especificidad de respuesta individual". Un grupo de sujetos fueron sometidos a diferentes tareas experimentales (descanso, anticipación de un estímulo doloroso, test de tolerancia al frío, test de aritmética mental y test de fluidez verbal) mientras se tomaba un registro de su actividad fisiológica en un conjunto de variables autonómicas. Cuando se compararon las respuestas autonómicas de

cada individuo en las diferentes tareas se comprobó que muchos de ellos mostraban un patrón de respuesta idiosincrático en todas las tareas: mientras algunos respondían fundamentalmente con incrementos en la TC, otros lo hacían con incrementos en la conductancia de la piel o en la presión sanguínea. De esta forma quedó establecido un doble fenómeno, primero, que las personas difieren entre sí en sus respuestas autonómicas y segundo, que el patrón de respuesta de cada persona permanece constante a través de las diferentes situaciones. El propio Lacey sugirió además que la evidencia de una respuesta autonómica estereotipada puede estar reflejando una predisposición a contraer trastornos psicósomáticos específicos (Lacey y Lacey, 1958).

La especificidad de respuesta individual o, lo que es lo mismo, la tendencia de un individuo a responder máxima y consistentemente con un sistema fisiológico particular, ha sido aceptada por muchos autores como la etiología fisiológica primaria para el desarrollo de trastornos psicósomáticos. En un ambiente particularmente estresante se esperaría que una persona desarrollara el desorden somático asociado con el sistema fisiológico en el que muestra su mayor respuesta ante el estrés (Engel, 1960; Lacey, Kagan, Lacey y Moss, 1963; Sternbach, 1966).

Engel (1960) demostró experimentalmente la existencia de la especificidad de respuesta individual en un grupo de sujetos normales a los que sometió a 5 situaciones estimulares diferentes, al tiempo que medía la magnitud de sus respuestas en 8 variables fisiológicas. Una vez más encontró que independientemente del tipo de situación experimental cada individuo tiende a responder con su propio patrón idiosincrático de actividad autonómica. Engel y Bickford (1961) repitieron el procedimiento anterior con 20 hipertensos y 20 normotensos. El nivel de activación máximo alcanzado no fué diferente en los dos grupos, pero los hipertensos mostraron una mayor especificidad en presión sanguínea sistólica pues su respuesta en esta variable era la mayor de todos los sistemas fisiológicos medidos.

En el estudio original, Engel (1960) acuñó el término "especificidad de respuesta estimular", equivalente al término "estereotipia situacional" de Lacey (1967), para hacer referencia al hecho de que estímulos

o situaciones específicas tienden a producir patrones particulares de respuesta somática en muchos individuos. De esta forma las propiedades particulares de los estímulos pueden ir asociadas a patrones específicos de respuesta, lo que sugiere que pueden también contribuir al desarrollo y mantenimiento de los trastornos psicosomáticos.

Partiendo de este último supuesto Gannon (1981) defiende la tesis de que en la etiología de tales trastornos intervienen al menos dos factores interactuantes: un estado orgánico de predisposición dentro del individuo (especificidad individual) y unos estímulos o situaciones precipitantes (especificidad estimular). Los dos juntos pueden ser suficientes para desarrollar determinados desórdenes psicosomáticos. Añade además que si bien la hiperreactividad en un sistema fisiológico particular puede incrementar la vulnerabilidad del individuo a desarrollar un trastorno en ese sistema, esta actividad elevada no tiene por qué limitarse a la respuesta ante la situación estresante, sino que puede incluir además niveles de reposo (niveles tónicos) y tasa de recuperación. De esta forma el concepto clásico de "especificidad de respuesta individual" se extiende ahora a los conceptos de "especificidad de reposo individual" y "especificidad de recuperación individual".

En una publicación reciente, Fahrenberg (1986) presenta los resultados de tres estudios consecutivos en los que participaron un total de 230 sujetos. Se empleó un amplio espectro de parámetros y condiciones experimentales (test de aritmética mental, tiempo de reacción, test de tolerancia al frío, entrevista, etc.) y se tomaron diferentes medidas de reactividad fisiológica. Los resultados mostraron claramente que alrededor de 1/3 de los sujetos examinados mostraban un patrón específico de respuesta en las diferentes condiciones experimentales. Además, en muchos sujetos este patrón se reproducía cuando se repetían las pruebas a intervalos de tiempo de entre 3 y 12 meses, apareciendo así como una condición relativamente estable. Se señala, así mismo, que la estabilidad temporal del patrón específico de respuesta de cada individuo es un prerequisite fundamental para relacionarlo con la vulnerabilidad a adquirir en el futuro trastornos psicosomáticos.

En el campo concreto de los trastornos cardiovasculares y la hipertensión, Obrist ha señalado la existencia de apreciables diferencias individuales en reactividad cardiovascular que parecen tener una influencia decisiva en la eventual aparición del trastorno: los individuos más reactivos en TC y en presión sanguínea sistólica son los más propensos a desarrollar hipertensión manifiesta (Obrist, 1981; Obrist, Light, Langer y Koepke, 1986). Ahora bien, esta hiperreactividad cardiovascular parece estar sujeta a dos factores interactuantes. Por una parte, la tendencia del individuo a reaccionar de forma exagerada con este sistema fisiológico particular y, por otra, ciertas cualidades de la situación estimular susceptibles de evocar los efectos miocárdicos mediatizados beta-adrenérgicamente (Sherwood, Allen, Obrist, Langer, 1986).

La existencia de importantes diferencias individuales en TC (un índice de reactividad beta-adrenérgica) sólo se hizo evidente en los trabajos de Obrist al realizar una serie de estudios donde se utilizaban dos tipos de línea de base (LB): una LB tomada justo antes de la realización de las tareas experimentales (LB pre-tarea) y otra LB tomada aproximadamente 2 semanas más tarde en una situación tal que los sujetos sólo tenían que permanecer tranquilos y relajados sin ser sometidos posteriormente a tarea experimental alguna (LB de relajación). Durante la LB de relajación, a diferencia de lo que ocurría durante la LB pre-tarea, apenas se observaron diferencias individuales importantes en TC y en presión sanguínea sistólica. Sin embargo, durante los dos primeros minutos de la tarea de evitación del calambre ("coping activo") los sujetos más reactivos incrementaron su TC por término medio 57 lat./min con respecto a la LB de relajación (2 semanas más tarde), mientras que los menos reactivos mostraron un incremento aproximado de sólo 9 lat./min. Además, si bien la tarea mencionada fué la que provocó los mayores incrementos en TC en los sujetos más reactivos, éstos también se mostraron hiperreactivos en otras dos tareas típicas de "coping pasivo" (test de tolerancia al frío y película pornográfica). De igual forma, el grupo hiporreactivo mostró pequeños incrementos en TC en las tres condiciones experimentales.

Se concluye, por tanto, que los individuos difieren apreciablemente en su reactividad beta-adrenérgica (TC) y que esta reactividad

típicamente alta o baja en cada individuo es un fenómeno estable y consistente. La constatación de que la TC se encontraba bajo control simpático en estas situaciones experimentales se puso de manifiesto tras realizar un bloqueo farmacológico que redujo considerablemente la reactividad cardíaca así como las diferencias individuales y proporcionó valores de TC comparables con los obtenidos durante la LB de relajación. Similares diferencias individuales en presión sanguínea sistólica aparecieron en las tres tareas mencionadas que correlacionaban a su vez directamente con los cambios en TC, de donde se dedujo que la reactividad miocárdica y la responsividad en presión sanguínea sistólica aparecen estrechamente relacionadas en este tipo de situaciones. Estas observaciones experimentales, junto con la mayor incidencia de hipertensión en los padres de los sujetos más reactivos, fue lo que llevó a Obrist y a su equipo de colaboradores a formular la hipótesis de que la hiperreactividad beta-adrenérgica miocárdica predispone al individuo a la hipertensión.

1.2 DIFERENCIAS SEXUALES

Muchos investigadores se han interesado por conocer la etiología de las diferencias individuales en patrones específicos de respuesta, precisamente por la implicación que parecen tener en la adquisición de determinados trastornos psicósomáticos. Comúnmente se habla de una predisposición individual en la que parecen intervenir factores tanto de tipo genético, orgánico o constitucional como adquirido. Una de las razones que se aducen para defender la posible implicación de los factores orgánicos, incluso genéticos, en la etiología de la especificidad individual es la existencia de diferencias sexuales en reactividad autonómica, así como de diferencias psicofisiológicas intra-individuales asociadas a los cambios hormonales que acompañan a las distintas fases del ciclo menstrual.

Algunos estudios han encontrado diferencias entre hombres y mujeres en distintos parámetros de la actividad electrodermal motivadas, al parecer, por el mayor número de glándulas del sudor activas presentes en las mujeres. Estas últimas manifiestan por lo general menor nivel tónico en la

conductancia de la piel y mayor actividad fásica espontánea (Ficher y Kotses, 1974), mayor habituación del reflejo de orientación electrodermal (Korn y Moyer, 1968) y mayor amplitud de respuestas electrodermales cuando los estímulos se presentan en el campo visual izquierdo (Hugdhal, Franzon y Fristorp-Wasteby, 1983).

Los estudios sobre diferencias sexuales en reactividad cardiovascular han producido en general resultados inconsistentes. Sin embargo, un hallazgo ampliamente replicado es el hecho de que los hombres son simpático-adrenérgicamente más reactivos que las mujeres ante situaciones desafiantes, sobre todo con respecto a la adrenalina (van Doornen y Boomsma, 1985). Estas diferencias, por otra parte, suelen desaparecer durante los periodos de no estimulación o de relajación. Aunque la adrenalina es un importante agente cardiovascular -produce incrementos en la tasa cardíaca, en el output cardíaco, en la presión sanguínea sistólica y en el flujo sanguíneo periférico- la evidencia a favor de las diferencias sexuales en reactividad cardiovascular es menos consistente. Algunos estudios han encontrado mayor secreción de adrenalina por parte de los hombres ante situaciones estresantes o desafiantes y, sin embargo, este efecto no se ha reflejado claramente en una tasa cardíaca incrementada (Frankenhaeuser, Dunne y Lundberg, 1976; Frankenhaeuser y cols., 1978; Sánchez, Pequignot, Peyrin y Monod, 1980; Wright, Wright y Frankenhaeuser, 1981; Frankenhaeuser, 1983; van Doornen, 1986). En uno de los primeros trabajos sobre el tema, Master y cols. (1952) informaron que las mujeres mostraban en general un nivel tónico en tasa cardíaca más alto y un nivel tónico en presión sanguínea más bajo que los hombres.

En cualquier caso, la variable cardiovascular que de forma más consistente ha permitido diferenciar ambos sexos es la presión sanguínea sistólica. Forsman y Lindblad (1983) encontraron mayor presión sanguínea sistólica en los hombres que en las mujeres cuando fueron sometidos a una tarea estresante en condiciones de laboratorio. En un estudio reciente de Schmidt y cols. (1985), un grupo de chicos jóvenes mostraron mayor reactividad en presión sanguínea sistólica que otro grupo de chicas de su misma edad cuando fueron expuestos a una tarea de juego de video. Las diferencias desaparecieron en la tarea de tiempo de reacción que seguía al

juego de video. Igualmente, Eiff y Piekareki (1977) encontraron mayores reacciones en presión sanguínea sistólica a una tarea de aritmética mental entre los hombres que entre las mujeres. Sin embargo, cuando se trataba de hablar en público las mujeres incrementaban significativamente más su tasa cardíaca que los hombres (Baldwin y Clevenger, 1982). Los resultados de los estudios mencionados sugieren la posibilidad de que las características particulares de las tareas experimentales sean un factor determinante a la hora de establecer diferencias entre hombres y mujeres en reactividad cardiovascular.

Recientemente, Stoney, Matthews, McCann, Davis y Manuck (1986) han realizado un meta-análisis de los datos publicados sobre diferencias sexuales en reactividad cardiovascular y neuroendocrina, identificando 12 estudios que han analizado las diferencias sexuales en tasa cardíaca, 8 en presión sanguínea y 7 en secreción de cortisol, adrenalina y noradrenalina. En general, se encontró que los hombres reaccionaban a las situaciones desafiantes con mayor presión sanguínea sistólica y mayor secreción de adrenalina, mientras que las mujeres lo hacían con mayor reactividad en la tasa cardíaca. En un estudio realizado por los propios autores, 140 mujeres y 119 hombres fueron sometidos a 3 tareas, entre ellas, una de aritmética mental de sustracción serial. Los resultados del estudio confirmaron los del meta-análisis previo: los hombres mostraban mayores respuestas en presión sanguínea sistólica que las mujeres, mientras que estas últimas mostraban mayores respuestas en tasa cardíaca. Se concluye afirmando que los hombres y las mujeres difieren en el sistema de respuesta cardiovascular con el que son más reactivos, así como en las características de las tareas que elicitán esta reactividad.

En esta misma línea de investigación McCann, Matthews, Stoney y Manuck (1986) tomaron medidas de la tasa cardíaca y de la presión sanguínea a un grupo de 195 chicos y chicas de edades comprendidas entre 6 y 14 años (pequeños) y entre 15 y 17 años (mayores) mientras eran sometidos a 3 tareas estresantes. Confirmando los resultados del estudio anterior con sujetos adultos, los chicos mostraban en general mayores incrementos en presión sanguínea sistólica que las chicas, sobre todo en el grupo de entre 15 y 17 años. Las chicas, por su parte, mostraban mayores respuestas en tasa

cardiaca. Se podría concluir, por tanto, que las respuestas cardiovasculares al estrés en los niños son similares a las de los adultos pero la aparición de las diferencias sexuales parece ser un resultado del desarrollo que se hace patente con la madurez.

Por lo que se refiere a las diferencias psicofisiológicas intra-individuales asociadas al ciclo menstrual, la temperatura es, sin duda, la variable que cambia de forma más consistente a lo largo del ciclo. También se han encontrado diferencias entre las fases premenstrual e intermenstrual en medidas fisiológicas tales como la amplitud de la respuesta electrodermal, el patrón específico de respuesta cardiaca ante estimulación auditiva intensa y la rapidez del condicionamiento y la extinción de las respuestas electrodermales y cardiacas (Pdez. Santiago y Vila, 1980). Más recientemente Hastrup y Light (1984) han encontrado importantes diferencias sexuales en TC y presión sanguínea utilizando una tarea de tiempo de reacción con evitación de calambre. Sin embargo, estas diferencias sexuales eran más evidentes en algunas fases del ciclo menstrual que en otras. Concretamente las mujeres durante la fase pre-ovulatoria (días 7-11) mostraban significativamente menor reactividad cardiovascular que durante la fase post-ovulatoria. Esto pone una vez más de manifiesto la influencia de los cambios hormonales sobre las respuestas cardiovasculares inducidas mediante paradigmas conductuales.

1.3 EL PATRON CARDIACO DE DEFENSA

La investigación psicofisiológica sobre cambios fásicos en TC ha puesto de manifiesto de forma consistente la existencia de un patrón complejo de respuesta evocado por estimulación auditiva intensa (ver Capítulo I, Apartado 2.1). En el estudio de Turpin y Siddie (1978) se describen las características de dicho patrón pudiéndose distinguir en él dos respuestas cardiacas acelerativas bien definidas. La primera alcanza su punto de máxima amplitud entre los segundos 2 y 4 post-estimulo y es interpretada como una respuesta de sobresalto. La segunda, con una latencia aproximada de entre 15 y 20 segundos alcanza su amplitud máxima entorno a los 30 segundos post-

estímulo y es interpretada como la respuesta de defensa (RD) propiamente dicha, diferenciándola así claramente de la aceleración de corta latencia.

Por la misma época Vila y Beech (1978) dan a conocer los resultados de una investigación sobre condicionamiento y reactividad fisiológica asociada al ciclo menstrual femenino (diferencias intra-individuales). Los sujetos fueron asignados aleatoriamente bien al grupo premenstrual (PM) o al grupo intermenstrual (IM). Los sujetos PM pasaron por las pruebas experimentales uno cualquiera de los 5 días anteriores al inicio de su menstruación. Los sujetos IM lo hicieron entre los días 9 y 19 de su ciclo menstrual. Utilizando un procedimiento de aprendizaje de ensayo único se encontró que tras la presentación del estímulo incondicionado (ruido blanco de 94 dB) aparecía, en la mayor parte de los sujetos PM, un patrón cardíaco de respuesta muy similar en sus características paramétricas al anteriormente descrito. La única diferencia entre ambos estudios es que en este caso no se habla de dos respuestas acelerativas independientes sino de un patrón complejo con tres componentes: aceleración, deceleración y nueva aceleración. Además, todo él es interpretado como una reacción de defensa que resulta incrementada durante la fase PM del ciclo.

Eves y Gruzelier (1984, 1985), tomando como punto de partida el estudio original de Turpin y Siddle, reprodujeron de forma consistente el patrón cardíaco de defensa (compuesto por dos respuestas acelerativas de corta y larga latencia) e investigaron las diferencias inter-individuales asociadas al mismo. En su primera publicación (Eves y Gruzelier, 1984) dan a conocer los resultados de tres estudios que incluyen cada uno de ellos una única presentación de un tono puro de alta intensidad (127 dB). En el primero de ellos el estímulo de alta intensidad iba precedido por una secuencia de habituación que incluía 10 estímulos de intensidad moderada (72 dB). En el segundo estudio, el estímulo intenso se presentaba solo. En el tercer estudio, una señal de aviso (disminuir la intensidad de la luz ambiental) indicaba al sujeto que 55 segundos después aparecería el estímulo auditivo intenso. Poco después realizaron un cuarto experimento donde se presentaba el mismo tono de 127 dB dos veces consecutivas separadas entre sí por un intervalo aproximado de 8 minutos; además, en los dos casos iba

precedido por una señal de aviso (un tono de 62 dB) que aparecía 60 segundos antes del estímulo intenso (Eves y Gruzellier, 1985).

Los sujetos en los cuatro estudios fueron asignados a uno de dos grupos ("Aceleradores" o "Deceleradores") según que su actividad cardíaca durante el periodo comprendido entre los segundos 17 al 50 posteriores al inicio del estímulo de alta intensidad fuera predominantemente acelerativa o decelerativa. Como era de esperar el análisis de datos en los estudios 1, 2 y 3 puso claramente de manifiesto la existencia de importantes diferencias individuales en la respuesta cardíaca de larga latencia ante el estímulo auditivo intenso. Sin embargo, algo a destacar es el hecho de que estas diferencias individuales de larga latencia eran presagiadas de alguna forma por una mayor aceleración cardíaca de corta latencia (punto de máxima amplitud entre los segundos 2 y 4) en los sujetos que posteriormente habrían de mostrar la aceleración secundaria. Por otra parte, el análisis de datos del cuarto experimento reveló que las diferencias individuales en actividad cardíaca desaparecían totalmente tras la primera presentación del estímulo auditivo intenso.

Finalmente, los dos grupos de sujetos no diferían en la respuesta cardíaca elicitada durante los 10 segundos posteriores al inicio del estímulo auditivo de intensidad moderada (72 dB). En el primer estudio, por ejemplo, ambos grupos respondían con una deceleración cardíaca ante la primera presentación del estímulo auditivo en la secuencia de habituación (respuesta de orientación). Sin embargo, cuando el estímulo moderado "señalaba" la presentación del tono de alta intensidad (experimentos 3 y 4) volvían a aparecer marcadas diferencias entre los sujetos: los "aceleradores" respondían con incrementos en la TC y los "deceleradores" con decrementos en la misma. Además, en el estudio 4, esta diferencia entre los grupos se mantuvo en las dos presentaciones del estímulo moderado. Se concluye afirmando que cuando se tiene en cuenta las diferencias inter-individuales, las características físicas del estímulo (la intensidad, por ejemplo) no son los únicos predictores de la respuesta observada, existen además factores de tipo subjetivo que pueden ser críticos a la hora de determinar la magnitud y la dirección de la respuesta.

Knott y Bulmer (1984) investigaron las diferencias en responsividad cardíaca existentes en dos grupos de sujetos, alcohólicos y no alcohólicos. Se hipotetizó que el grupo de alcohólicos mostraría una responsividad cardíaca atenuada con respecto a los controles normales y que esto debería reflejarse en los dos componentes acelerativos del patrón cardíaco de defensa. Se presentó a los sujetos un único estímulo auditivo de 100 dB de intensidad, 1 segundo de duración y 1000 Hz de frecuencia. Los resultados indicaron que la amplitud de la respuesta acelerativa de corta latencia era muy similar en ambos grupos, aunque su latencia era significativamente mayor en el grupo de sujetos alcohólicos (media = 4.4 segundos) que en el grupo de sujetos normales (media = 3.2 segundos). Además, los dos grupos diferían entre sí en la amplitud de la respuesta cardíaca de larga latencia. En el grupo de controles normales se observó la respuesta acelerativa esperada aunque su latencia, amplitud y duración eran inferiores a las descritas inicialmente por Turpin y Siddle. Sin embargo, en el grupo de sujetos alcohólicos no apareció dicha respuesta acelerativa, incluso se observó una clara tendencia a la deceleración que venía a confirmar la hipótesis inicial de una responsividad cardíaca disminuida en este grupo de sujetos.

En un contexto de investigación diferente, Cloete (1979) se interesó por analizar las diferencias en responsividad autonómica en dos grupos de sujetos seleccionados en base a las puntuaciones obtenidas en el test de manchas de tinta de Holtzman. La variable crítica que diferenciaba a los sujetos fue "la conciencia de los límites corporales". Se hipotetizó que los sujetos con puntuaciones bajas en esta variable (B) mostrarían una mayor responsividad cardíaca que los sujetos con puntuaciones altas en la misma (A), lo que sería indicativo de un peor enfrentamiento a las situaciones estresantes en el grupo B. La sesión experimental consistía en presentar un solo ruido blanco de 85 dB de intensidad y 90 segundos de duración. El análisis estadístico de los datos indicó que ambos grupos diferían significativamente entre sí en la respuesta cardíaca evocada por la presentación continuada del ruido blanco. En el grupo B la respuesta constaba de dos fases acelerativas unidas entre sí por una pequeña tendencia decelerativa. La primera aceleración alcanzaba su punto de máxima amplitud 4 segundos después de haberse iniciado la presentación del estímulo y la

segunda aceleración entre los segundos 25 y 30. Como puede comprobarse las características paramétricas de estas dos respuestas acelerativas coinciden en buena medida con las descritas en las investigaciones anteriormente citadas. El grupo A, por su parte, no incrementó la TC de forma significativa por encima de la línea de base en ningún momento durante todo el periodo de 90 segundos que estuvo presente el estímulo auditivo. En consecuencia, los dos grupos diferían tanto en la primera como en la segunda fase acelerativa, siendo el grupo B el que mostraba mayor responsividad cardíaca.

La conclusión que puede extraerse de estos estudios es que los individuos difieren en su forma de responder ante la estimulación auditiva intensa. La significación de estas diferencias está aún por conocer.

2. CONSISTENCIA TEMPORAL DE LAS MEDIDAS AUTONOMICAS

Los primeros estudios que se citan en la literatura a favor de la consistencia temporal de las medidas autonómicas son los realizados por Lacey y su equipo de colaboradores (Lacey, 1950; Lacey, Bateman y van Lehn, 1953; Lacey y Lacey, 1958) en los que se encontró que el patrón específico de respuesta autonómica de cada individuo es fácilmente reproducible después de un intervalo de tiempo de varios meses, aunque pueda existir una gran variabilidad entre sujetos diferentes. Así, por ejemplo, la respuesta autonómica predominante en algunos individuos es la tasa cardíaca mientras que en otros es la actividad electrodermal y esto es consistente a lo largo del tiempo. Debemos señalar, no obstante, que demostrar la consistencia de los patrones de respuesta individuales no necesariamente implica demostrar la consistencia de las respuestas autonómicas aisladas unas de otras. De hecho, Lacey y su equipo correlacionaban por lo general unas variables autonómicas con otras, por ejemplo, la tasa cardíaca con la actividad electrodermal, y no cada una de ellas consigo misma.

Partiendo de estos trabajos pioneros muchos investigadores se han interesado en analizar la consistencia temporal de los índices autonómicos obteniendo resultados dispares en algunos aspectos. Maher (1970) describe la situación de forma clara y precisa: "En la medida en que queramos utilizar la magnitud de una respuesta autonómica como variable en el estudio del comportamiento emocional debemos tener la seguridad de que la respuesta será la misma de un día para otro si se mide en condiciones similares ... Existen resultados contradictorios en este punto: Lacey y cols. (1953) encontraron una consistencia temporal en las medidas autonómicas relativamente elevada, mientras que la encontrada por Kaelbing y cols. (1960) fue más bien baja; el estado de la cuestión no está claro".

La actividad electrodermal ha sido la variable más utilizada en las investigaciones sobre consistencia temporal de las medidas autonómicas. Freixa i Baqué (1982) presenta un resumen de los principales trabajos realizados en este campo resaltando las grandes diferencias existentes entre los estudios revisados en cinco variables: (a) el número de sesiones realizadas a cada sujeto (entre 2 y 10 sesiones); (b) el número de sujetos utilizados (entre 7 y 109); (c) el intervalo de tiempo entre dos sesiones consecutivas (entre 1 día y 4 años); (d) el parámetro de la actividad electrodermal seleccionado (nivel tónico, número y amplitud de las respuestas electrodermales, latencias de la respuesta y número de fluctuaciones espontáneas o respuestas no específicas); y (e) el método estadístico utilizado (los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman, entre otros).

Estas diferencias metodológicas hacen muy difícil comparar los resultados obtenidos en las diferentes investigaciones y pueden explicar, en parte al menos, las divergencias encontradas en la literatura. En cualquier caso, debemos señalar que la mayor parte de los estudios recogidos en la revisión de Freixa i Baqué (1982) encuentran índices de consistencia moderadamente satisfactorios en los diferentes parámetros de la actividad electrodermal, aunque el rango de valores es bastante amplio (desde .13 hasta .96).

Las investigaciones sobre consistencia temporal de las medidas cardiovasculares son menos numerosas que las anteriores pero no por ello están exentas de las críticas metodológicas mencionadas. Además, habría que añadir el hecho de que no se hace por lo general un análisis paramétrico minucioso de los cambios en TC. En su lugar, se toma una medida global y única de la reactividad cardíaca y se analiza su consistencia a lo largo del tiempo.

En la Tabla 4.1 se presenta un resumen de ocho estudios relevantes que han investigado la consistencia temporal de la TC y otras variables cardiovasculares. Se clasifican en base al número de sesiones realizadas en orden creciente. También aparece recogido el número de sujetos (N), el intervalo entre dos sesiones consecutivas, el tipo de tarea/as experimentales utilizadas, las variables cardiovasculares registradas y, por último, el nombre de los autores así como la fecha de publicación del artículo.

Por definición, un estudio sobre consistencia temporal debe incluir al menos dos series de medidas tomadas en dos momentos diferentes. La mitad de los estudios revisados siguen este criterio mínimo y otros tres están próximos a él. Sin embargo el estudio de Bremner, Yost y Zintgraff (1985) lo supera ampliamente tomando 20 observaciones en un mismo sujeto, se intenta compensar así la falta de sujetos con un incremento considerable en el número de observaciones.

El intervalo de tiempo entre dos sesiones consecutivas y la diferencia de tiempo entre la primera y la última sesión, cuando existen más de dos, parece tener una influencia decisiva en los resultados obtenidos (Freixa i Baqué, 1982). La longitud de los intervalos en los estudios que se citan varía ampliamente de unos a otros, siendo una semana el intervalo mínimo y 13 meses el intervalo máximo. Además, Foerster, Schneider y Walschburger (1963) no especifican el intervalo de tiempo existente entre las tres primeras sesiones del estudio, sólo indican que se realizaron dentro de un período de 2 meses y que la cuarta sesión tuvo lugar 12 meses después de la tercera.

Tabla 4.1 Estudios sobre la consistencia temporal de la tasa cardiaca.

AUTORES Y FECHA	N	Nº SESIONES	INTERVALO	TAREAS	VARIABLES
Manuck y Schaefer (1978)	42	2	1 semana	FC	TC, PSS, PSD
Manuck y Garland (1980)	19	2	13 meses	FC, AMD	TC, PSS, PSD
Carroll y cols. (1984), EXP 1	42	2	1 semana	JV, TR	TC
Carroll y cols. (1984), EXP 3	24	2	14 dias	JV	TC
Foerster y cols. (1983)	47	3	1 semana	AM, TF E, SS	TC, APD
Foerster (1985)	42	4	2 meses 12 meses	AM, TF E, TRS	TC, APD
Freixa i Baqué (1977)	35	5	1 semana	PR	Nº latidos
Bremner y cols. (1985)	1	20	1 semana	PR	PQ, ST

FC = Formación de Conceptos
 AMD = Aritmética Mental Difícil
 JV = Juego de Video
 TR = Tiempo de Reacción
 AM = Aritmética Mental
 TF = Tolerancia al Frio
 E = Entrevista
 SS = Sacar Sangre
 TRS = Tiempo de Reacción Simple
 PR = Periodo de Relajación

TC = Tasa Cardiaca
 PSS = Presión Sanguínea Sistólica
 PSD = Presión Sanguínea Diastólica
 APD = Amplitud del Pulso Digital
 PQ = Intervalo P - Q del EKG
 ST = Intervalo S - T del EKG

Otro aspecto en el que difieren los estudios revisados y que hace muy difícil la comparación entre ellos es el que se refiere al tipo de tareas utilizadas y la duración de las mismas. Por ejemplo, Manuck y Schaefer (1973) y Manuck y Garland (1980) utilizan dos tipos de tareas cognitivamente estresantes para el sujeto. En la primera debe resolver una serie de problemas de Formación de Conceptos (FC) durante 4 minutos consecutivos y en la segunda realiza una operación de Aritmética Mental Difícil (AMD) durante otros 2 minutos. Por su parte, Carrol, Turner, Lee y Stephenson (1984), experimentos 1 y 3, utilizan dos tareas típicas de "coping activo" con una duración total de 12 minutos cada una de ellas. En la primera se implica al sujeto en un Juego de Video (JV) tipo "invasores del espacio" y la segunda es una tarea de Tiempo de Reacción (TR) en la que se le hace creer que recibirá una fuerte recompensa monetaria si su ejecución en la tarea es suficientemente buena.

Foerster, Schneider y Walschburger (1983) y Foerster (1985) utilizan tanto tareas de "coping activo" como de "coping pasivo". Las tres primeras son iguales en los dos estudios y tienen una duración de 2 minutos las de Aritmética Mental (AM) y Tolerancia al Frío (TF) y de 30 segundos la correspondiente a la Entrevista (E) en la que se le pide al sujeto que hable libremente durante este tiempo sobre una lámina del TAT. La última tarea del estudio de Foerster, Schneider y Walschburger (1983) tiene una duración total de 1 minuto y en ella una enfermera especializada Sacaba Sangre (SS) a los sujetos del dedo índice de la mano izquierda. La tarea de Tiempo de Reacción Señalizada (TRS) de Foerster (1985) constaba de 15 ensayos y tenía una duración total de 2 minutos.

Freixa i Baqué (1977) y Bremner, Yost y Zintgraff (1985), a diferencia de los autores antes mencionados, no utilizan una tarea experimental en sentido estricto sino más bien un Periodo de Relajación (PR) que tiene una duración de 15 minutos y 1 minuto respectivamente. En ambos casos el sujeto debía permanecer tranquilo, sin hablar ni moverse mientras se registraba su actividad cardíaca. Estos son también los únicos estudios que no incluyen una medida de la TC (número de latidos por minuto). En su lugar, Freixa i Baqué utilizó el número total de latidos durante el periodo completo

de 15 minutos y Bremner, Vost y Sintgraff analizaron los intervalos P-Q y S-T del electrocardiograma.

En cualquier caso, los seis estudios restantes utilizan una medida muy global de la reactividad cardíaca, en concreto, el promedio de la TC durante la tarea menos el promedio de la TC durante un periodo de línea de base equivalente a la duración de la tarea. Esta forma de analizar la reactividad cardíaca obviamente impide detectar los cambios fásicos cíclicos característicos, por ejemplo, del patrón cardíaco de defensa descrito en el apartado anterior. El mismo procedimiento se sigue para analizar la reactividad fisiológica en las restantes variables cardiovasculares que aparecen recogidas en la tabla: Presión Sanguínea Sistólica (PSS), Presión Sanguínea Diastólica (PSD) y Amplitud del Pulso Digital (APD).

Por lo que a los resultados se refiere, prácticamente la totalidad de los estudios revisados obtienen índices de consistencia satisfactorios al menos en reactividad cardíaca, sin embargo no pueden ser comparados directamente entre sí por las diferencias metodológicas ya mencionadas. El coeficiente de correlación de Pearson (r) ha sido la prueba estadística más utilizada. Solo Freixa i Baqué utiliza un coeficiente de consistencia distinto (r_1) que se extrae a partir del análisis de varianza aplicando la siguiente fórmula: $r_1 = \frac{MC_{CENTRE\ SUJETOS} - MC_{RESIDUAL}}{MC_{CENTRE\ SUJETOS} + (k-1)MC_{RESIDUAL}}$, donde k es igual al número de observaciones. El valor r_1 obtenido en su caso fue de 0.59.

Por su parte, Manuck y Garland (1980) obtuvieron coeficientes de correlación significativos para la TC, tanto cuando se comparaban las dos tareas de Formación de Conceptos (FC) en la primera y segunda sesión ($r = 0.81$) como cuando se comparaba la tarea de FC de la primera sesión con la tarea de AM de la segunda sesión ($r = 0.69$). No ocurre lo mismo con la PSS que sólo obtiene coeficientes de correlación significativos cuando se comparan las dos tareas de FC ($r = 0.63$). El nivel de reactividad en PSD, por otra parte, no correlaciona significativamente en ninguna de las dos tareas tras un periodo de tiempo de 13 meses. Sin embargo, cuando el intervalo entre sesiones fue tan solo de 1 semana (Manuck y Schaefer, 1978) las tres variables mostraron índices similares de estabilidad temporal.

Además, Manuck y Garland en el estudio citado quisieron analizar la consistencia temporal de las diferencias individuales en reactividad cardiovascular. Para ello cada sujeto fue asignado a uno de dos grupos independientes (reactivo o no-reactivo) según que sus puntuaciones en TC, PSS y PSD durante la primera sesión del experimento fueran altas o bajas. Cuando 13 meses después sometieron a los sujetos a la misma tarea experimental (FC) y además a otra tarea diferente (AM) comprobaron que los dos grupos diferían significativamente entre sí en la magnitud de sus respuestas en TC y PSS, pero no en PSD, y que las diferencias se mantenían en las dos tareas experimentales utilizadas.

Siguiendo un procedimiento muy similar a éste Carroll y colaboradores (experimento 2) sometieron a un grupo de 23 sujetos a una tarea de "coping activo" (el mismo juego de video utilizado en los experimentos 1 y 3). A continuación seleccionaron los 3 sujetos con puntuaciones más altas en TC (reactivos) y los 3 sujetos con puntuaciones más bajas (no-reactivos). Estos 6 sujetos volvieron al laboratorio 15 días después de su primera visita y fueron sometidos a otras 4 sesiones idénticas a la primera que se hacían en días consecutivos. El análisis estadístico de los datos puso una vez más de manifiesto que las diferencias individuales en reactividad autonómica (TC) son consistentes a lo largo del tiempo. Los dos grupos de sujetos diferían entre sí en las 4 sesiones experimentales, confirmando de esta forma los resultados de Manuck y Garland (1980).

Por su parte, los valores de las correlaciones de Pearson obtenidos por Carroll y colaboradores en el experimento 1 de este mismo estudio (Carroll, Turner, Lee y Stephenson, 1984) pusieron de manifiesto que la TC muestra una fuerte consistencia temporal en ambas tareas: para el Juego de Video (JV), $r = 0.80$; para la tarea de TR, $r = 0.69$. En el experimento 3, cuando el intervalo entre-sesiones era de 14 días, el valor de la correlación fue incluso superior ($r = 0.91$).

Finalmente, Foerster, Schneider y Walschburger (1983) y Foerster (1985) utilizando 7 variables psicofisiológicas, entre las que se encontraban la TC y la AMP, encontraron que aproximadamente 1/4 de los sujetos examinados en cada estudio mostraba un patrón específico de respuesta

durante un periodo de 1 semana y 2 meses respectivamente. Sin embargo, después de 1 año, el porcentaje de sujetos que continuaba mostrando su patrón específico se vió reducido a un 14%. Aunque pequeño, este porcentaje está indicando a juicio de los autores, que en algunos individuos, al menos, su patrón de respuesta representa una disposición constitucional permanente que puede ser un signo temprano de vulnerabilidad para contraer trastornos psicósomáticos.

En resumen, diferentes grupos de investigadores han encontrado que los individuos difieren en su nivel de responsividad cardiovascular (sobre todo TC y PSS) y que éste es un atributo personal reproducible y relativamente estable.

3. LA REACTIVIDAD CARDIOVASCULAR COMO FACTOR DE RIESGO CORONARIO

La reactividad cardiovascular ha sido considerada por muchos investigadores como un indicador de los procesos patogénicos implicados en el desarrollo de los trastornos cardiovasculares e incluso, en algunos casos, como un índice directo de dichos procesos (Obrist, 1981; Herd, 1983). El término "reactividad" cardiovascular en este contexto hace referencia a los cambios fisiológicos que se producen en el organismo mientras éste se ve expuesto a situaciones o tareas conductuales desafiantes para el sujeto (por ejemplo, aritmética mental o amenaza de calambre) y se manifiesta prioritariamente a nivel de TC, presión sanguínea y/o respuestas endocrinas. El supuesto básico que subyace a los estudios sobre reactividad es que los cambios agudos que se producen en el funcionamiento fisiológico en situaciones de laboratorio tienen un correlato directo en situaciones de la vida real y, en este sentido, pueden ser considerados como predictores útiles de determinados trastornos cardiovasculares (Dembroski y MacDougall, 1983). Pollak (1984) realizó un estudio experimental para poner a prueba este supuesto básico y concluyó que las diferencias individuales en reactividad cardíaca generadas en una situación típica de laboratorio tienden a mantener-

se en la vida real y que estas diferencias pueden ser observadas en una gran variedad de condiciones experimentales.

La investigación sobre reactividad y trastornos coronarios tuvo su punto de partida en los primeros trabajos sobre diferencias individuales asociadas a patrones específicos de respuestas psicofisiológicas mencionados con anterioridad en este capítulo, donde además se demostraba que éste es un atributo individual reproducible y consistente a lo largo del tiempo. En los últimos años, sin embargo, la mayor parte de la investigación sobre reactividad cardiovascular y trastornos coronarios ha estado íntimamente ligada a todo el trabajo sobre el Patrón de Conducta Tipo-A, considerado en sí mismo como un factor de riesgo adicional e independiente de otros factores de riesgo tradicionales como la hipertensión, la edad, el consumo de tabaco, la falta de ejercicio físico, la densidad de lipoproteínas, etc.

El patrón de conducta Tipo-A fué descrito inicialmente por Friedman y Rosenman (1959) para hacer referencia a un complejo de conductas caracterizado sobre todo por excesiva competitividad, impaciencia, hostilidad, sensación de estar constantemente presionado por el tiempo, habla acelerada y pronunciados movimientos motores. Ahora bien, se ha insistido repetidamente en la literatura que dichas conductas emergen sobre todo cuando el individuo Tipo-A se enfrenta a situaciones estímulares apropiadamente desafiantes o estresantes (Friedman y Rosenman, 1959; Glass, 1977; Krantz, Glass, Schaeffer y Davia, 1982). Por contraposición, el patrón de conducta Tipo-B se definió como la relativa ausencia de estas características básicas.

Abundante investigación realizada con posterioridad al trabajo pionero de Friedman y Rosenman ha puesto de manifiesto de forma consistente que los individuos Tipo-A son más propensos a contraer enfermedades cardiovasculares que los individuos Tipo-B, hipotetizándose que esta relación entre patrón de conducta Tipo-A y trastornos coronarios está probablemente mediatizada por la actividad conjunta de los sistemas simpático-adrenomedular (SAM) y pituitario-adreno-cortical (PAC).

Cuando un estímulo o situación estresante activa el sistema SAM su neurotransmisor post-ganglionar, la noradrenalina, es segregada en

cantidades superiores a las normales por las terminaciones nerviosas de las fibras simpáticas que inervan el corazón, los vasos sanguíneos y las vísceras. Pero además estas mismas fibras nerviosas alcanzan a la médula suprarrenal, con lo que se incrementa la producción y secreción de catecolaminas (sobre todo adrenalina) por parte de este órgano que pasan directamente a la circulación sanguínea.

Estos niveles incrementados de catecolaminas en sangre parecen tener efectos patofisiológicos sobre el corazón y los vasos sanguíneos tanto de tipo directo como indirecto que han sido señalados por bastantes autores (Stephens, 1981; Price, 1982; Henry, 1983; Herd, 1983). Se han detectado al menos dos vías directas por las que las catecolaminas pueden incrementar el riesgo de trastorno coronario. Por una parte, promueven lesiones en la pared interna de las arterias coronarias que inician o aceleran la aterosclerosis coronaria (estrechamiento y deterioro de las arterias que nutren al corazón) como paso previo para la aparición del trastorno. Por otra parte, pueden producir un daño directo en el tejido cardíaco predisponiendo a la fibrilación ventricular y a la muerte súbita (Herd, 1978). Por vía indirecta las catecolaminas pueden inducir cambios hemodinámicos agudos en el organismo relacionados a su vez con trastornos cardiovasculares, por ejemplo, precipitación de arritmias cardíacas e incrementos en la TC, en la presión sanguínea, en el consumo de oxígeno por parte del corazón y en la movilización de lípidos. Estos últimos predisponen a la aterosclerosis porque facilitan la formación de trombos que en casos extremos impiden el riego sanguíneo adecuado al corazón.

La activación del sistema PAC va acompañada de un incremento en la secreción de hormona adrenocorticotropa (ACTH) por parte de la glándula pituitaria. Cuando esta hormona llega a la corteza adrenal estimula a su vez la síntesis y secreción de glucocorticoides tales como el cortisol y la corticosterona. Los glucocorticoides, al igual que las catecolaminas, desempeñan un importante papel en la movilización y utilización de la energía almacenada en el organismo. Facilitan la síntesis de ácidos grasos libres a partir de los triglicéridos localizados en el tejido adiposo y contribuyen a la producción de glucosa a partir de los carbohidratos. Cuando esta energía movilizada no es utilizada por el organismo, porque excede a sus necesidades

metabólicas, pasa a incrementar el nivel de lipoproteínas en sangre que a su vez, como se indicó en el Capítulo II, están directamente implicadas en los procesos ateroscleróticos desencadenantes de la mayor parte de los trastornos coronarios (Steptoe, 1981).

Conviene señalar en este punto que aunque la mayor parte de los autores coinciden en afirmar que los sistemas SAM y PAC influyen en el desarrollo de las alteraciones coronarias, no se conocen todavía con exactitud los mecanismos precisos de tales influencias. Algunos autores han sugerido, por ejemplo, que es la hiperactivación continua de estos dos sistemas y el paso rápido de uno al otro lo que puede contribuir a la aparición del trastorno cardiovascular (Price, 1982).

En cualquier caso, lo que sí se ha encontrado en muchos estudios sobre reactividad fisiológica y factores de riesgo coronario es que los individuos Tipo-A, comparados con los Tipo-B, presentan mayores incrementos en TC, presión sanguínea, catecolaminas y cortisol cuando se ven enfrentados a tareas experimentales apropiadamente desafiantes o estresantes (Dembroski, MacDougall, Herd y Shields, 1979; Krantz, Glass, Schaeffer y Davia, 1982; Houston, 1983). Esto ha permitido formular la hipótesis comúnmente aceptada de que las respuestas cardiovasculares y neuroendocrinas características de los individuos Tipo-A son indicadores adecuados de los procesos implicados en el desarrollo de los trastornos coronarios en cualquiera de sus manifestaciones clínicas (angina de pecho, infarto de miocardio y muerte súbita).

El panorama, sin embargo, no está suficientemente claro. En una revisión crítica del tema, Krantz y Manuck (1984) han recogido al menos 37 estudios donde se comparaban las respuestas psicofisiológicas de los individuos Tipo-A y Tipo-B en una gran variedad de tareas experimentales. Las conclusiones extraídas de dicha revisión pueden resumirse en los siguientes puntos: (a) durante los periodos de línea de base los individuos Tipo-A y Tipo-B no parecen diferir de forma consistente en cualquiera de las medidas psicofisiológicas tomadas; (b) aproximadamente el 70% de los estudios encontraron mayor reactividad fisiológica durante la ejecución de las tareas entre los individuos Tipo-A en alguna medida cardiovascular o

endocrina; (c) los estudios restantes o bien no encontraron las diferencias esperadas entre los Tipos-A y B o bien encontraron mayor reactividad en los Tipo-B.

Se señala, sin embargo, que algunos de estos últimos estudios presentaban problemas metodológicos importantes que podían explicar los resultados inconsistentes. Por ejemplo, el haber utilizado tareas neutrales inadecuadas para elicitación grandes respuestas psicofisiológicas en la mayor parte de los sujetos o haber clasificado a los sujetos como Tipo-A o Tipo-B en base a una medida de autoinforme, el JAS (Jenkins Activity Survey), en lugar de utilizar la Entrevista Estructurada, la ASI (Adult Structured Interview). Comúnmente se acepta que la ASI es un mejor predictor de la reactividad fisiológica que el JAS y que ambos instrumentos probablemente están midiendo diferentes componentes del patrón de conducta.

Los problemas metodológicos arriba mencionados no pueden explicar, sin embargo, la totalidad de los resultados inconsistentes encontrados en la literatura, sobre todo entre estudios que utilizan aparentemente procedimientos experimentales similares. Por ejemplo, Holmes (1983) crítica duramente la revisión de Houston (1983) donde se sugiere que existe una relación consistente entre patrón de conducta Tipo-A y responsividad fisiológica. Las críticas de Holmes van dirigidas sobre todo al hecho de que Houston emite numerosos hallazgos negativos donde no se encontraron las diferencias esperadas entre Tipo-A y Tipo-B en responsividad psicofisiológica durante la ejecución de las tareas. Él mismo vuelve a analizar los 29 experimentos recogidos en la revisión de Houston (1983) y concluye que el patrón de conducta Tipo-A correlaciona sólo moderadamente con la reactividad psicofisiológica en los paradigmas de laboratorio más utilizados y que la presión sanguínea sistólica es la medida psicofisiológica que correlaciona de forma más consistente con dicho patrón de conducta.

Otros investigadores no han encontrado diferencias psicofisiológicas entre los sujetos Tipo-A y Tipo-B mientras ejecutaban las tareas experimentales pero sí durante los periodos de recuperación, esto es, durante los minutos inmediatamente posteriores a la finalización de las mismas. Hart y Jamieson (1983) encontraron que los individuos Tipo-A, a diferencia de los

Tipo-B, mantenían incrementada su TC significativamente por encima de la línea de base durante el primer minuto del periodo de recuperación de una tarea perceptual, siendo este resultado consistente con otros citados en la literatura. Este hallazgo les llevó a resaltar las consecuencias negativas que puede tener para el organismo el efecto acumulativo de repetidas secuencias activación-lenta recuperación encontradas en los individuos Tipo-A, indicando que pueden explicar en parte la mayor incidencia de alteraciones cardiovasculares encontradas.

Aunque la investigación futura deberá indicar cuáles son los mecanismos precisos por los que determinados componentes del patrón de conducta Tipo-A se relacionan con los trastornos cardiovasculares, es evidente que las personas difieren en su patrón de reactividad fisiológica y que ésta parece ser una característica estable a lo largo del tiempo que puede tener una influencia decisiva en la eventual aparición del trastorno.

CAPITULO V

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

La presente investigación tuvo como objetivo general aportar datos que permitieran avanzar nuestro conocimiento sobre la respuesta cardíaca de defensa en humanos tanto a nivel descriptivo como explicativo.

La revisión de la literatura ha puesto de manifiesto importantes lagunas, insuficiencias y/o desacuerdos con respecto a las características paramétricas de la respuesta y de los estímulos evocadores de la misma. Así mismo, son dispares las interpretaciones acerca de su supuesta significación funcional tanto a nivel fisiológico como psicológico. Por otra parte, y a pesar de la importancia dada al tema de las diferencias individuales por su posible implicación en el desarrollo de alteraciones orgánicas y/o psicológicas, son escasos los estudios sobre las diferencias individuales en la respuesta cardíaca de defensa e inexistentes los estudios sobre su consistencia temporal.

La presente investigación pretendía, por tanto, aportar datos sobre:

- a. Las características descriptivas de la respuesta cardíaca de defensa y sus estímulos evocadores.
- b. La significación funcional de la respuesta cardíaca de defensa tanto a nivel fisiológico como psicológico ó comportamental.
- c. Las diferencias individuales en la respuesta cardíaca de defensa y su consistencia a lo largo del tiempo.

Implícitos en estos objetivos generales de carácter teórico existía también un objetivo metodológico de carácter general: utilizar procedimientos de registro, cuantificación y análisis de la tasa cardíaca que permitieran una descripción a la vez objetiva y analítica de los cambios cardíacos fásicos.

Para la consecución de estos objetivos generales se programó una serie experimental de 4 estudios. Cada uno de estos estudios abordaba parte de los objetivos generales pero al mismo tiempo intentaba responder a una serie de objetivos particulares. La especificación de los objetivos generales y particulares de cada estudio se describe a continuación.

PRIMER ESTUDIO

Los dos objetivos generales de este estudio fueron:

- A. Examinar las características paramétricas de la respuesta cardíaca de defensa y de los estímulos evocadores de la misma.
- B. Examinar las diferencias individuales en dicha respuesta y sus correlatos psicofisiológicos y comportamentales.

El primer objetivo general se subdividió en seis objetivos particulares:

- A.1 Describir los componentes de la respuesta cardíaca de defensa ante estimulación auditiva intensa.
- A.2 Describir la estructura factorial de los componentes de la respuesta cardíaca de defensa.
- A.3 Examinar el efecto de diferentes modalidades sensoriales igualadas en intensidad sobre la evocación de la respuesta cardíaca de defensa y su habituación.
- A.4 Examinar el efecto de la intensidad del estímulo, en las diferentes modalidades sensoriales, sobre la evocación de la respuesta cardíaca de defensa y su habituación.
- A.5 Examinar el efecto de la modalidad sensorial y de la intensidad del estímulo en la evocación y habituación de otras variables psicofisiológicas (amplitud del pulso digital, temperatura y resistencia eléctrica de la piel).
- A.6 Examinar el efecto de la modalidad sensorial y de la intensidad del estímulo sobre la reactividad subjetiva medida a través de escalas de evaluación.

El segundo objetivo general se subdividió en tres objetivos particulares:

- B.1 Examinar las diferencias sexuales en la evocación de la respuesta cardíaca de defensa.

- B.2 Examinar las diferencias individuales en el patrón de la respuesta cardiaca de defensa mediante análisis de Cluster.
- B.3 Examinar los correlatos psicofisiológicos y comportamentales del patrón diferencial de la respuesta cardiaca de defensa mediante análisis Discriminante.

Con respecto al primer objetivo general, tal como se analizó en el Capítulo I, se ha supuesto tradicionalmente que la respuesta cardiaca de defensa:

- a. Es unidireccional y acelerativa en cuanto a su forma.
- b. Es inespecifica en cuanto a la modalidad sensorial del estímulo evocador.
- c. Es elicitada en función de la intensidad del estímulo: sólo por estímulos de intensidad alta.
- d. Muestra dificultad para habituarse ante la presentación repetida del estímulo.

Aunque los supuestos a y d han sido ya cuestionados en la literatura más reciente, los datos son todavía contradictorios con respecto al número y dirección de los componentes de la respuesta (acelerativos y decelerativos) así como con respecto a la dificultad para habituarse. Por otra parte, los supuestos b y c hasta la fecha no han sido puestos a prueba comparando diferentes modalidades sensoriales.

La comparación entre diferentes modalidades sensoriales exige como paso previo igualar en intensidad subjetiva las modalidades sensoriales a utilizar. En este contexto la psicofísica tanto clásica como moderna ha proporcionado los procedimientos más adecuados para construir escalas sensoriales de intensidad. En particular, los métodos psicofísicos directos desarrollados por S.S. Stevens (1957) han sido extensamente utilizados en la construcción de escalas sensoriales de intensidad en diferentes modalidades. En consecuencia, el Estudio Principal de este primer experimento estuvo precedido de un Estudio Preliminar cuyo objetivo fue construir tres escalas psicofísicas para tres modalidades sensoriales diferentes (auditiva, visual y electrocutánea) que permitieran seleccionar estímulos de las tres modalidades igualados en diferentes niveles de intensidad (alta y moderada).

En cuanto al segundo objetivo general, no existen datos hasta la fecha sobre diferencias sexuales en la evocación de la respuesta cardíaca de defensa. Sin embargo, las diferencias claramente demostradas entre hombres y mujeres sobre la incidencia de trastornos cardiovasculares (en particular, trastornos coronarios) permitiría suponer una mayor reactividad cardíaca de defensa en los hombres frente a las mujeres.

Por lo que respecta a las diferencias individuales en el patrón de la respuesta cardíaca de defensa, los datos publicados apuntan hacia la existencia de tales diferencias, en consonancia con la literatura sobre especificidad individual y reactividad autonómica. Sin embargo, en los estudios anteriores no se han investigado los correlatos psicofisiológicos y comportamentales que permitan discriminar los patrones diferenciales de la respuesta cardíaca de defensa y, por tanto, ayudar a interpretar su significación fisiológica y comportamental. Nuestro segundo objetivo pretende no sólo describir los patrones diferenciales de la respuesta cardíaca de defensa sino también analizar la función discriminante de dichos patrones.

SEGUNDO ESTUDIO

El objetivo de este estudio fué examinar la significación funcional de la respuesta cardíaca de defensa a nivel fisiológico mediante el registro simultáneo de la Tasa Cardíaca (TC) y del Tiempo de Tránsito del Pulso (TTP).

Como se indicó en el Capítulo II, la TC está sujeta tanto a influencias del Sistema Nervioso Simpático como del Sistema Nervioso Parasimpático. Por tanto, una aceleración cardíaca puede reflejar un incremento en la activación simpática, una pérdida del tono vagal ó ambas cosas conjuntamente. De la misma forma, una deceleración cardíaca puede reflejar una disminución en la activación simpática, un incremento en el control vagal ó ambas cosas conjuntamente. En consecuencia, la TC por sí sola no permite conocer adecuadamente la significación autonómica de la respuesta cardíaca de defensa.

El TTP, sin embargo, es una medida indirecta de la fuerza de contracción ventricular y se considera un buen indicador de las influencias del Sistema Nervioso Simpático a través de los receptores beta-1 sobre la ejecución miocárdica (Obrist, Light, McCubbin, Hutcheson y Hoiffer, 1979; Weiss, Del Bo, Reichel y Engelman, 1980; Schwartz y Weiss, 1983; Fernández-Abascal y cols., 1985).

El TTP se define como el intervalo de tiempo en milisegundos que transcurre desde el inicio de la actividad eléctrica ventricular hasta la aparición de la onda del pulso asociada a la misma contracción cardíaca en algún lugar de la vasculatura periférica. Estos dos sucesos se suelen medir tomando como puntos de referencia el pico de la onda R del electrocardiograma y el pico de la onda del pulso sanguíneo digital. Un decremento en el TTP es indicativo de un incremento en la activación simpática sobre el funcionamiento del corazón (Obrist, Light, McCubbin, Hutcheson y Hoiffer, 1979; Weiss, Del Bo, Reichel y Engelman, 1980). A diferencia de otras medidas cardiovasculares, que se suponen también indicadoras de la activación simpática, por ejemplo, la amplitud de la onda T del electrocardiograma (Furedy y Heslegrave, 1983) y el primer diferencial del pulso carótido $-dp/dt-$ (Bunnell, 1980), el TTP parece responder de forma diferencial a la estimulación alfa y beta-adrenérgica. Así, una activación beta-adrenérgica incrementada farmacológicamente mediante isoproterenol produce decrementos significativos en el TTP, mientras que incrementos farmacológicos en la actividad beta-adrenérgica mediante fenilefrina no produce cambios significativos en la misma. A su vez, el propranolol (un bloqueante beta-adrenérgico que reduce la fuerza de la contractibilidad ventricular) produce incrementos significativos en el TTP (Weiss, Del Bo, Reichel y Engelman, 1980; Schwartz y Weiss, 1983).

Se postula, por consiguiente, que el registro simultáneo de la TC y del TTP durante la evocación de la respuesta cardíaca de defensa permitirá inferir si los componentes acelerativos y/o decelerativos de dicha respuesta corresponden a influencias simpáticas ó parasimpáticas (vagales) sobre el funcionamiento del corazón.

TERCER ESTUDIO

El objetivo general de este estudio fue examinar la significación funcional de la respuesta cardíaca de defensa a nivel comportamental. Los objetivos particulares fueron los siguientes:

- A. Examinar el efecto que la información proporcionada al sujeto acerca del estímulo evocador de la respuesta cardíaca de defensa (predictibilidad) tiene sobre su evocación, habituación y deshabituación.
- B. Examinar el efecto que la duración del periodo de adaptación previo a la presentación del estímulo evocador de la respuesta cardíaca de defensa tiene sobre su evocación, habituación y deshabituación.
- C. Examinar el efecto de la predictibilidad y del periodo de adaptación sobre la evocación, habituación y deshabituación de la respuesta electrodermal.
- D. Examinar el efecto de la predictibilidad y del periodo de adaptación sobre la reactividad subjetiva concomitante a la respuesta cardíaca de defensa.

En la literatura se han descrito dos tipos principales de predictibilidad: predictibilidad sobre la contingencia y predictibilidad sobre la naturaleza del estímulo (Miller, 1981). En el primer caso, se informa al sujeto sobre "cuando" y "bajo qué circunstancias" va a ocurrir el estímulo. En este sentido, un estímulo es predecible cuando su probabilidad de ocurrencia es mayor bajo un conjunto dado de condiciones que bajo otras condiciones.

La predictibilidad sobre la naturaleza del estímulo se refiere a "cómo será el estímulo" (información de estímulo) y "qué efectos tendrá para el sujeto" (información de respuesta). En la información de estímulo se incluyen detalles de sus características físicas (cualidad, intensidad y propiedades). En la información de respuesta se proporciona al sujeto información sobre los cambios psicofisiológicos que se van a producir en su

organismo como consecuencia de la presentación de la estimulación (por ejemplo, alteraciones en el ritmo cardíaco, en el nivel de sudoración, en la respiración, etc.).

El efecto de la predictibilidad de un estímulo estresante o aversivo sobre la reactividad fisiológica y subjetiva se ha estudiado en diferentes contextos de investigación. En general los resultados de las investigaciones en humanos apuntan hacia una menor reactividad fisiológica y una mayor preferencia subjetiva por estímulos estresantes predictibles frente a no predictibles, al menos bajo condiciones de no distracción (ver Miller, 1981). En este contexto, la variable psicofisiológica más estudiada ha sido, sin duda, la actividad electrodermal. La tasa cardíaca, aunque también estudiada, nunca ha sido analizada en términos de componentes fásicos acelerativos o decelerativos.

Por otra parte, puesto que la respuesta cardíaca de defensa es sensible a la novedad del estímulo y manifiesta rápida habituación con la repetición del mismo, sería de esperar, de acuerdo con todas las teorías de la habituación, que la información proporcionada sobre la contingencia y la naturaleza del estímulo afectara en general a la respuesta cardíaca de defensa disminuyendo la amplitud de sus componentes y/o facilitando su habituación. El efecto inverso debería observarse con respecto a la deshabituación de la respuesta.

En cuanto al segundo objetivo del estudio, el período de adaptación previo a la presentación del estímulo ha sido considerado como uno de los aspectos metodológicos menos controlados en las investigaciones sobre reactividad cardiovascular (Krantz y Manuck, 1984; Hastrup, 1986). Sin embargo, se sabe que el período de adaptación puede tener importantes efectos sobre las respuestas psicofisiológicas fásicas a través de procesos tanto fisiológicos como psicológicos. En el primer caso, a través de la ley de los valores iniciales de Wilder al poder afectar diferencialmente a los niveles tónicos de las variables fisiológicas. A mayor período de adaptación es de esperar menores niveles tónicos y, de acuerdo con la ley de los valores iniciales, mayor reactividad fásica (Wilder, 1958). En el segundo caso, a través de procesos psicológicos relacionados con la focalización de la

atención, el mantenimiento de la información en la memoria a corto plazo, la expectativa del estímulo, etc. A mayor período de adaptación sería de esperar mayor dispersión de la atención, mayor degradación de la información en la memoria a corto plazo, mayor sorpresa ante el estímulo y, por tanto, mayor reactividad psicofisiológica y menor habituación.

Aunque el efecto de los parámetros temporales del intervalo entre-estímulos (duración y variabilidad) ha sido suficientemente estudiado en el contexto de la habituación del reflejo de orientación, el efecto del período de adaptación anterior a la primera presentación del estímulo no ha sido objeto directo de estudio (Graham, 1973; Siddle, 1983). La duración del intervalo entre-estímulos ha sido considerado un parámetro relevante en todas las teorías sobre la habituación (Sokolov, 1963a; Groves y Thompson, 1970; Wagner, 1979; Ohman, 1979). Todas las teorías son unánimes al predecir que el intervalo entre-estímulos corto frente al intervalo entre-estímulos largo favorece la habituación, al menos la habituación a corto plazo. El intervalo entre-estímulos corto dificulta la recuperación de la depresión sináptica característica del proceso de habituación según la teoría dual de Groves y Thompson. El intervalo entre-estímulos corto dificulta igualmente el desvanecimiento del modelo codificado del estímulo según la teoría del modelo comparador de Sokolov. Según la teoría de Wagner, el intervalo entre-estímulos corto produce mayor habituación a corto plazo porque existe menor oportunidad para que la representación del estímulo en la memoria a corto plazo decaiga entre las sucesivas presentaciones del mismo. Finalmente, la teoría del procesamiento de la información de Ohman predice que el intervalo entre-estímulos corto facilita el proceso de igualación del estímulo ("matching") con el elemento de control disponible en la memoria a corto plazo, lo que se traduce en una mayor habituación.

Aunque el período de adaptación previo al estímulo no ha sido investigado, se podría esperar un efecto similar al del intervalo entre-estímulos si se asume que las instrucciones sobre el estímulo dadas al inicio de la tarea actúan al modo de una presentación inicial del mismo. Por consiguiente, el efecto del período de adaptación sobre la respuesta cardíaca de defensa se postula similar al de la predictibilidad. A menor período de adaptación previo a la presentación del estímulo evocador de la respuesta

cardíaca de defensa se espera menor amplitud de los componentes de la respuesta y mayor habituación. El fenómeno inverso debería observarse con respecto a la deshabituación de la respuesta.

CUARTO ESTUDIO

Los objetivos generales de este estudio fueron los siguientes:

- A. Examinar la consistencia a lo largo del tiempo del patrón de la respuesta cardíaca de defensa.
- B. Examinar la significación comportamental del patrón de la respuesta cardíaca de defensa estudiando las relaciones entre la consistencia del patrón y tareas atencionales típicas del paradigma de aceptación-rechazo de Lacey frente a tareas motivacionales típicas del paradigma de coping activo-pasivo de Obrist.

El primer objetivo general se subdividió en los siguientes objetivos particulares:

- A.1 Examinar la consistencia del patrón de la respuesta cardíaca de defensa a nivel individual correlacionando el patrón de respuesta de cada individuo consigo mismo a lo largo del tiempo.
- A.2 Examinar la consistencia del patrón de la respuesta cardíaca de defensa a nivel de grupo correlacionando la puntuación de todos los individuos en índices cuantitativos de la respuesta cardíaca de defensa.
- A.3 Comparar la consistencia a lo largo del tiempo de la respuesta cardíaca de defensa con la consistencia de los parámetros de la resistencia eléctrica de la piel.
- A.4 Examinar la consistencia a lo largo del tiempo de la reactividad subjetiva concomitante a la respuesta cardíaca de defensa.

El segundo objetivo general se subdividió en los siguientes objetivos particulares:

- B.1 Examinar las relaciones entre la consistencia del patrón de la respuesta cardíaca de defensa y las respuestas cardíacas en dos tareas atencionales típicas del paradigma de aceptación-rechazo: tarea de tiempo de reacción simple y tarea de aritmética mental.
- B.2 Examinar las relaciones entre la consistencia del patrón de la respuesta cardíaca de defensa y las respuestas cardíacas en dos tareas motivacionales típicas del paradigma de coping activo-pasivo: tarea de tiempo de reacción con amenaza de colambre y tarea de inmersión de la mano en agua fría.
- B.3 Examinar las relaciones entre la consistencia del patrón de la respuesta cardíaca de defensa y determinadas características de personalidad, tales como extraversión-introversión, neuroticismo, control interno-externo y dependencia-independencia del campo perceptivo.

El estudio de la consistencia del patrón de la respuesta cardíaca de defensa a lo largo del tiempo es complementario al estudio de las diferencias individuales en dicho patrón de respuesta -objetivo B.2 del Primer Estudio-. Para ello se pretende estudiar a dos grupos de personas diferenciadas en el patrón de la respuesta cardíaca de defensa y examinar la consistencia de su patrón a lo largo de tres sesiones experimentales, las dos primeras separadas entre sí por un periodo de un año y las dos últimas por un periodo de una semana. La consistencia a lo largo del tiempo se pretende medir de dos formas: a nivel individual y a nivel de grupo. A nivel individual correlacionando la respuesta de cada individuo consigo mismo a lo largo de las tres sesiones. A nivel de grupo correlacionando las puntuaciones de todos los individuos en diferentes índices cuantitativos de la respuesta cardíaca de defensa a lo largo de las tres sesiones.

En el Capítulo IV se revisó la literatura sobre diferencias individuales y consistencia de las respuestas autonómicas resaltando su importancia como posible mecanismo explicativo en el desarrollo de alteraciones cardiovasculares. Aunque ninguno de los estudios revisados trató directamente el tema de la consistencia de la respuesta cardíaca de defensa, los resultados de los índices de consistencia con respecto a la tasa cardíaca, en general, parecen satisfactorios, por lo que sería de esperar niveles de consistencia igualmente aceptables en el caso del patrón de la respuesta

cardíaca de defensa. Estos índices de consistencia se compararán con los obtenidos en el mismo contexto para la reactividad subjetiva y la resistencia eléctrica de la piel, la variable más utilizada en las investigaciones sobre consistencia temporal de las medidas autonómicas.

En cuanto al segundo objetivo general del estudio, la posible significación comportamental de la respuesta cardíaca de defensa se pretende investigar en este caso no mediante manipulación experimental -tal como se plantea en el Tercer Estudio- sino mediante selección de sujetos diferenciados en cuanto al patrón de la respuesta cardíaca de defensa. Una vez seleccionados los sujetos, se examinarán sus características diferenciales en tareas utilizadas en la literatura como indicativas de procesos atencionales frente a procesos motivacionales.

Este objetivo del Cuarto Estudio es claramente exploratorio, por lo que no se postula ninguna predicción *a priori* sobre las posibles relaciones entre el patrón cardíaco de defensa y cada una de las tareas seleccionadas. Así mismo, no se postula ninguna relación *a priori* entre el patrón cardíaco de defensa y las dimensiones de personalidad seleccionadas, cuya elección se ha hecho con el criterio de recoger dimensiones de personalidad con marcos conceptuales relacionados de alguna forma con procesos cognitivos y motivacionales.

Finalmente, para aceptar o rechazar las predicciones de los 4 estudios de la presente investigación se adoptó como criterio de significación estadística el nivel de probabilidad de 0.05.

CAPITULO VI

PRIMER ESTUDIO

LA RESPUESTA CARDIACA DE DEFENSA:
COMPONENTES Y CARACTERISTICAS ESTIMULARES

Los objetivos generales de este primer estudio fueron los siguientes:

- A. Examinar las características paramétricas de la respuesta cardíaca de defensa y de los estímulos evocadores de la misma.
- B. Examinar las diferencias individuales en el patrón de respuesta y sus correlatos psicofisiológicos y comportamentales.

Como se indicó en el Capítulo anterior, el estudio principal realizado para poner a prueba estos objetivos estuvo precedido de un estudio preliminar cuyo objetivo fué construir tres escalas psicofísicas para tres modalidades sensoriales diferentes (auditiva, visual y electrocutánea) que permitieran seleccionar estímulos de las tres modalidades igualados en dos niveles de intensidad (alta y moderada).

1. ESTUDIO PRELIMINAR

En psicofísica se han utilizado diferentes métodos de construcción de escalas, clasificándose por lo general en directos e indirectos. Los métodos directos fueron desarrollados fundamentalmente por Stevens y son objeto de estudio de la llamada "nueva psicofísica". Los indirectos, por su parte, están asociados a los trabajos de Fechner y a la llamada "psicofísica clásica".

Los métodos directos se basan en la capacidad del sujeto para emitir juicios acerca de la magnitud de sus experiencias sensoriales. Existen diferentes procedimientos para construir escalas directas de magnitud

sensorial. Especialmente relevantes son los de estimación de magnitud, producción de magnitud y emparejamiento transmodal.

En el procedimiento de estimación de magnitud se pide al sujeto que haga una estimación de las magnitudes sensoriales producidas por varios estímulos. Una forma de aplicar este procedimiento consiste en proporcionar al sujeto un estímulo de referencia indicándole que la sensación producida por dicho estímulo tiene un valor numérico determinado que recibe el nombre de módulo. El sujeto deberá tener como punto de referencia dicho módulo a la hora de estimar la magnitud de las sensaciones producidas por los restantes estímulos presentados. En el procedimiento de producción de magnitud el experimentador dice al sujeto el valor numérico de una sensación y éste debe ajustar la dimensión del estímulo hasta producirla. Por último, en el procedimiento de emparejamiento transmodal el sujeto tiene que emparejar la magnitud de las sensaciones producidas en dos modalidades sensoriales diferentes.

Los resultados de la aplicación de los métodos de estimación y producción de magnitud se representan en unas gráficas llamadas "funciones psicofísicas" en las que los valores de la sensación se representan en el eje vertical y los valores del estímulo en el eje horizontal. El gráfico en el que se representa el resultado de una tarea de emparejamiento transmodal se denomina "función de sensación igual" (Tudela, 1981).

En base a la aplicación de los métodos directos de construcción de escalas Stevens formuló la ley psicofísica que lleva su nombre y que establece que la forma de la relación entre la magnitud de la sensación y la intensidad física del estímulo es una función potencial del tipo:

$$S = cE^k$$

Una forma de determinar si los resultados de un experimento psicofísico producen esta función de potencia consiste en transformar los valores de la magnitud de la sensación y de la intensidad del estímulo en valores logarítmicos y hacer su representación gráfica. En estas condiciones

la relación existente entre las variables debe ser lineal, tal como se demuestra en la siguiente transformación de la ley de Stevens:

$$\begin{aligned} S &= cE^k \\ \log(S) &= \log(cE^k) \\ \log S &= \log c + k \log E \end{aligned}$$

Obsérvese que esta última fórmula corresponde a una ecuación lineal del tipo:

$$y = a + bx$$

Para construir nuestras escalas psicofísicas utilizamos dos de los procedimientos mencionados, el de estimación de magnitud y el de emparejamiento transmodal.

1.1 METODO

1.1.1 SUJETOS

Los sujetos fueron 16 estudiantes de 5º curso de Psicología de la Universidad de Granada (curso académico 1983-84), 8 hombres y 8 mujeres, de edades comprendidas entre 22 y 27 años y caracterizados por no presentar deficiencias auditivas ni visuales.

1.1.2 DISEÑO

Todos los sujetos pasaron por las dos tareas psicofísicas. En primer lugar, la de estimación de magnitud y, en segundo lugar, la de

emparejamiento transmodal. La tarea de estimación de magnitud se subdividió, a su vez, en tres subtareas, una para cada modalidad sensorial. Las subtareas correspondientes a las modalidades auditiva y visual se hicieron dentro de una misma sesión balanceando el orden de realización de las mismas, de forma que la mitad de los sujetos (4 hombres y 4 mujeres) pasaron primero por la subtarea auditiva y después por la subtarea visual y la otra mitad pasaron las subtareas en orden inverso. La subtarea correspondiente a la modalidad electrocutánea se realizó en una sesión aparte.

En la tarea de emparejamiento transmodal se utilizó siempre como modalidad criterio la auditiva y como modalidades a igualar la visual y electrocutánea. balanceándose también el orden de realización de la tarea de igualación. Así la mitad de los sujetos (4 hombres y 4 mujeres) pasaron primero por la subtarea de igualación auditivo-visual y después por la auditivo-electrocutánea y la otra mitad pasó las subtareas en el orden inverso.

1.1.3 APARATOS

a. Estimulador Auditivo. Se utilizó el estimulador auditivo LI-150 (marca LETICA) de frecuencia e intensidad regulables, entre 1 y 1000 Hz y entre cero y 120 dB. Los sonidos se presentaron a través de auriculares marca SUN SE-20. El estimulador auditivo no producía ningún ruido de fondo durante los periodos de no estimulación. La intensidad física de los sonidos presentados se midió a través de un decibelímetro marca Brüel & Kjaer utilizando la escala A.

b. Estimulador Electrocutáneo. Se utilizó un estimulador electrocutáneo LE-110 (marca LETICA) de intensidad regulable entre cero y 5.250 microamperios. La señal eléctrica era de corriente pulsatoria de 430 ciclos. Los calambres se presentaban a través de dos electrodos circulares de placa, de 1'5 cms de diámetro, colocados en la superficie dorsal del antebrazo izquierdo a igual distancia del codo y de la muñeca. La intensidad física del calambre se midió a través de un polímetro marca ICE modelo Supertester 680R.

c. Estimulador Visual. Se utilizó un estimulador visual construido para la investigación de intensidad regulable a través de un potenciómetro entre cero y 1.450 valores lux. El foco de luz era una lámpara circular de vidrio prensado de 12 cms de diámetro, 220 voltios y 150 vatios, montada en el centro de una caja rectangular de 57x19 cms. de color negro. La intensidad física de la luz se midió con un luxómetro marca ICE en condiciones de oscuridad y a una distancia de 2'5 metros del foco luminoso.

d. Programador de estímulos. La secuencia de presentación de los estímulos, así como, su duración estuvo controlada por un programador de estímulos LE-100 (marca LETICA) compuesto por 10 temporizadores regulables independientes desde 1 hasta 999 décimas de segundos.

1.1.4 TAREA DE ESTIMACION DE MAGNITUD

Para la realización de esta tarea se seleccionaron 8 niveles de intensidad física dentro de cada modalidad sensorial. En los tres casos se utilizó un estímulo de referencia intermedio en la escala al que se le asignó el número 40 como valor numérico o módulo. La tarea de los sujetos consistía en hacer una estimación de la intensidad sensorial de los estímulos que se le presentaban, en una escala de 1 a 100 tomando siempre como punto de

referencia el módulo. En las instrucciones se insistía en que el valor numérico asignado a cada estímulo fuera siempre proporcional a la sensación subjetiva que le produjera dicho estímulo con relación al de referencia (ver instrucciones en los Apéndices A.1.1, A.1.2, y A.1.3).

La tarea se realizó con la siguiente secuencia: una primera serie de prueba en la que se presentaban los 8 estímulos en orden aleatorio con la única restricción de que el primero fuera siempre el estímulo de referencia. El sujeto tenía que decir un número en voz alta correspondiente a la estimación de su sensación subjetiva. Cada estímulo presentado tenía una duración de 0'5 segundos y el intervalo entre-estímulos fué siempre de 15 segundos. Después de esta primera serie de prueba, se interrumpía el procedimiento para comprobar que el sujeto había entendido bien las instrucciones. A continuación se presentaba una segunda serie de prueba que comenzaba de nuevo con el estímulo de referencia y que iba seguida sin interrupción por 4 series definitivas de presentaciones de los 8 estímulos en las que se contrabalanceó el orden de presentación dentro de cada serie y en el conjunto de las series, siguiendo el procedimiento de contrabalanceo incompleto que se presenta en la Tabla 6.1. Dado que había 8 estímulos y cada sujeto pasaba por 4 series, el contrabalanceo se completaba dentro de cada subtarea cada dos sujetos (Orden A y Orden B). A su vez, como cada sujeto pasaba por dos subtareas distintas dentro de la primera sesión (Subtarea Auditiva y Subtarea Visual) se balanceó el orden A o B asignado a cada subtarea, de manera que si pasaba la modalidad auditiva en el Orden A, la modalidad visual la pasaba en el Orden B y viceversa.

Tabla 6.1 Contrabalanceo incompleto para la presentación de las series de 8 estímulos en las tareas psicofísicas.

	1	2	N	3	N-1	4	N-2	5	
SERIE 1a	1	2	8	3	7	4	6	5	ORDEN A
SERIE 2a	2	3	1	4	8	5	7	6	
SERIE 3a	3	4	2	5	1	6	8	7	
SERIE 4a	4	5	3	6	2	7	1	8	
SERIE 1a	5	6	4	7	3	8	2	1	ORDEN B
SERIE 2a	6	7	5	8	4	1	3	2	
SERIE 3a	7	8	6	1	5	2	4	3	
SERIE 4a	8	1	7	2	6	3	5	4	

El número de sujetos (16), el número de estimaciones realizadas por cada sujeto (32, 4 para cada nivel de intensidad), la duración de los estímulos (0'5 segundos) y el intervalo entre-estímulos (15 segundos) se establecieron siguiendo las recomendaciones de Marks (1974). La duración del estímulo, limitada a 0'5 segundos, se eligió con el fin de evitar los efectos de sumación temporal especialmente importantes en el caso de la modalidad electrocutánea.

A. SUBTAREA DE ESTIMACION DE MAGNITUD AUDITIVA

El estímulo seleccionado fué un sonido distorsionado de 400 Hz de frecuencia con los siguientes 8 niveles de intensidad: 40, 48, 58, 68, 79, 89, 99 y 109 dB. La selección de estos 8 valores se hizo por corresponder a puntos fijos en el mando de control del estimulador auditivo y porque abarcaban un rango amplio de intensidades, estando siempre dentro de los valores médicamente permitidos.

B. SUBTAREA DE ESTIMACION DE MAGNITUD VISUAL

Los niveles de intensidad seleccionados para esta tarea fueron los siguientes: 2, 4'15, 31, 120, 275, 550, 920 y 1.450 valores lux. Estos valores se seleccionaron por corresponder a puntos fijos del potenciómetro y por abarcar un rango amplio de intensidades.

C. SUBTAREA DE ESTIMACION DE MAGNITUD ELECTROCUTANEA

Para seleccionar los 8 niveles de intensidad utilizados en esta subtarea se realizó un estudio previo con el fin de determinar un rango de intensidades por debajo de los umbrales de tolerancia máximos en sujetos humanos. Dos razones justificaron este estudio previo: en primer lugar, el hecho de que el estimulador electrocutáneo permitía seleccionar niveles de intensidad muy superiores a los umbrales de tolerancia y, en segundo lugar, el que no existían datos sobre tales umbrales relativos al estimulador utilizado en esta investigación.

Los sujetos del estudio previo fueron 10 profesores del Departamento de Psicología de la Universidad de Granada, 5 hombres y 5 mujeres. Siguiendo un procedimiento similar al descrito por Tursky, Jammer y

Friedman (1982), pasaron por una prueba en la que se les pedía que identificaran 4 niveles de intensidad de un calambre que ellos mismos se aplicaban a través de dos electrodos circulares de 1'5 cms de diámetro colocados en la superficie dorsal del antebrazo izquierdo, a igual distancia del codo y de la muñeca. La duración del calambre fué siempre de 0'5 segundos. En las instrucciones se les indicaba que debían comenzar siempre con niveles mínimos de intensidad e ir ascendiendo poco a poco en la escala hasta identificar los 4 umbrales siguientes: umbral de sensación, umbral de molestia, umbral de dolor y umbral de tolerancia. Este último se definía como el nivel más alto de intensidad que voluntariamente eran capaces de soportar (ver instrucciones en el Apéndice A.1.6).

La media geométrica de los valores correspondientes a los 4 umbrales fueron los siguientes:

1. Umbral de Sensación = 25 microamperios
2. Umbral de Molestia = 322 microamperios
3. Umbral de Dolor = 452 microamperios
4. Umbral de Tolerancia = 920 microamperios

Tomando como punto de referencia estos valores, se seleccionaron para la Subtarea de estimación de magnitud los siguientes 8 niveles de intensidad: 26, 74'3, 121'6, 150, 250, 310'7, 405'3 y 575 microamperios.

1.1.5 TAREA DE EMPAREJAMIENTO TRANSMODAL

En esta tarea el sujeto tenía que igualar las intensidades de los estímulos visuales y electrocutáneos a las intensidades de los estímulos auditivos que se le presentaban. Se utilizaron los 8 niveles de intensidad del estímulo auditivo seleccionados para la tarea anterior. Cada vez que se presentaba un nuevo estímulo auditivo aparecía simultáneamente un estímulo visual o electrocutáneo de intensidad mínima. A continuación el sujeto debía producir un estímulo visual o electrocutáneo de igual magnitud subjetiva que el estímulo auditivo manipulando los mandos de control de la intensidad de

los estimuladores respectivos. El sujeto podía hacer tantas pruebas como considerara necesarias, avanzando y retrocediendo en las escalas de intensidad física. En cada nuevo intento aparecía simultáneamente el sonido cuya intensidad debía ser igualada.

La tarea se iniciaba con una serie de prueba en la que se presentaban las 8 intensidades del estímulo auditivo en orden aleatorio. Esta serie de prueba servía para comprobar que se habían entendido adecuadamente las instrucciones (ver instrucciones en los Apéndices A.1.4 y A.1.5). A continuación se presentaban 4 series definitivas de ensayos de igualación de los 8 estímulos auditivos siguiendo el mismo procedimiento de contrabalanceo incompleto descrito para la tarea de estimación de magnitud (Tabla 6.1). Puesto que todos los sujetos pasaron en una misma sesión por las dos subtareas de emparejamiento transmodal se balanceó el orden de realización de las mismas, tal como se indicó en el Apartado 1.1.2.

1.1.6 PROCEDIMIENTO

Todas las tareas psicofísicas se llevaron a cabo en tres sesiones experimentales dentro del laboratorio de psicofisiología humana. Dicho laboratorio constaba de dos habitaciones contiguas: la habitación del sujeto y la habitación del experimentador.

En la primera sesión se realizaron las tareas de estimación de magnitud para las modalidades auditiva y visual. Cada sujeto cuando llegaba al laboratorio se sentaba en un sillón preparado a tal efecto y se procedía a la lectura de las instrucciones correspondientes a la primera subtask de acuerdo con el orden previamente establecido. Posteriormente se disminuía la intensidad de la luz ambiental hasta dejar la habitación en un nivel de penumbra preestablecido. El experimentador salía entonces de la habitación y presentaba la primera serie de prueba desde la habitación contigua escuchando las estimaciones del sujeto a través de auriculares y haciendo las anotaciones pertinentes. Terminada la primera serie de prueba entraba de nuevo en la habitación del sujeto y aclaraba cualquier duda sobre la tarea a

realizar. Inmediatamente después se iniciaba la segunda serie de prueba y las 4 series definitivas. Terminada la primera subtarea se daban 5 minutos de descanso, iniciándose a continuación la segunda subtarea con la misma secuencia de pasos que la primera.

La segunda sesión tuvo lugar exactamente una semana más tarde. Cada sujeto acudía al laboratorio el mismo día y a la misma hora que la semana anterior. En esta sesión se realizó la tarea de emparejamiento transmodal. Los tres estimuladores (auditivo, visual y electrocutáneo) se encontraban en la habitación del sujeto. Cuando éste entraba en dicha habitación se sentaba en un sillón de brazos y se le leían las instrucciones correspondientes a la primera subtarea, de acuerdo con el orden previamente establecido. A continuación el experimentador iniciaba la serie de prueba colocando los mandos de control del estimulador que iba a manipular el sujeto (visual o electrocutáneo) en su posición mínima de intensidad al inicio de cada ensayo. Una vez igualada la intensidad de los dos estímulos el experimentador anotaba los valores correspondientes. Terminada la primera subtarea se dejaba un período de descanso de 5 minutos pasados los cuales se iniciaba la segunda subtarea con la misma secuencia de pasos. Durante la subtarea de emparejamiento auditivo-visual se bajaba la intensidad de la luz ambiental hasta el nivel de penumbra preestablecido.

La tercera sesión tuvo lugar una semana más tarde, el mismo día y a la misma hora que las semanas anteriores, y en ella se realizó la tarea de estimación de magnitud con estimulación electrocutánea. El procedimiento seguido fué idéntico al utilizado en la primera sesión para cada subtarea por separado.

1.2 RESULTADOS

1.2.1 TAREA DE ESTIMACION DE MAGNITUD

Cada sujeto realizó 4 estimaciones de la serie completa de los 8 niveles de intensidad dentro de cada modalidad sensoria. La puntuación final para cada nivel de intensidad se halló obteniendo la media geométrica (Marks, 1974) de las puntuaciones dadas por los 16 sujetos en sus 4 estimaciones (N=64).

1.2.1.1 MODALIDAD AUDITIVA

En la Tabla 6.2 se presentan los resultados de las estimaciones medias dadas a los 8 niveles de intensidad física junto con la transformación logarítmica correspondiente a los valores de tales estimaciones. Puesto que los valores de la dimensión física están dados en decibelios, que es una escala logarítmica, no requieren dicha transformación.

En la Figura 6.1 se representa la función psicofísica entre la magnitud de la sensación (Y) y la intensidad física del estímulo auditivo (X), expresadas ambas en valores logarítmicos. En estas condiciones, si la función resultante es lineal la forma de la relación en valores no logarítmicos es una función de potencia, tal como se indicó anteriormente.

Los resultados del análisis matemático de la ecuación de regresión lineal ($y' = a + bx$) proporcionó un coeficiente de regresión (equivalente al exponente "k" de la función de potencia) igual a 0'018 y una constante de intersección (equivalente a la constante "c" en la función de potencia) igual a 0'034. La línea de regresión de Y sobre X aparece también representada en trazo discontinuo en la Figura 6.1.

Tabla 6.2 Resultados de la tarea de Estimación de Magnitud en la Modalidad Auditiva. Escalas de Intensidad Física y de Magnitud de la Sensación.

ESTIMULOS	INTENSIDAD FISICA SONIDO (dB)	MAGNITUD DE LA SENSACION	LOG. MAGNITUD SENSACION
1	40	4'910	0'691
2	48	7'547	0'878
3	58	14'179	1'152
4	68	20'455	1'311
5	79	30'917	1'490
6	89	44'639	1'650
7		62'942	1'799
8	109	83'326	1'921

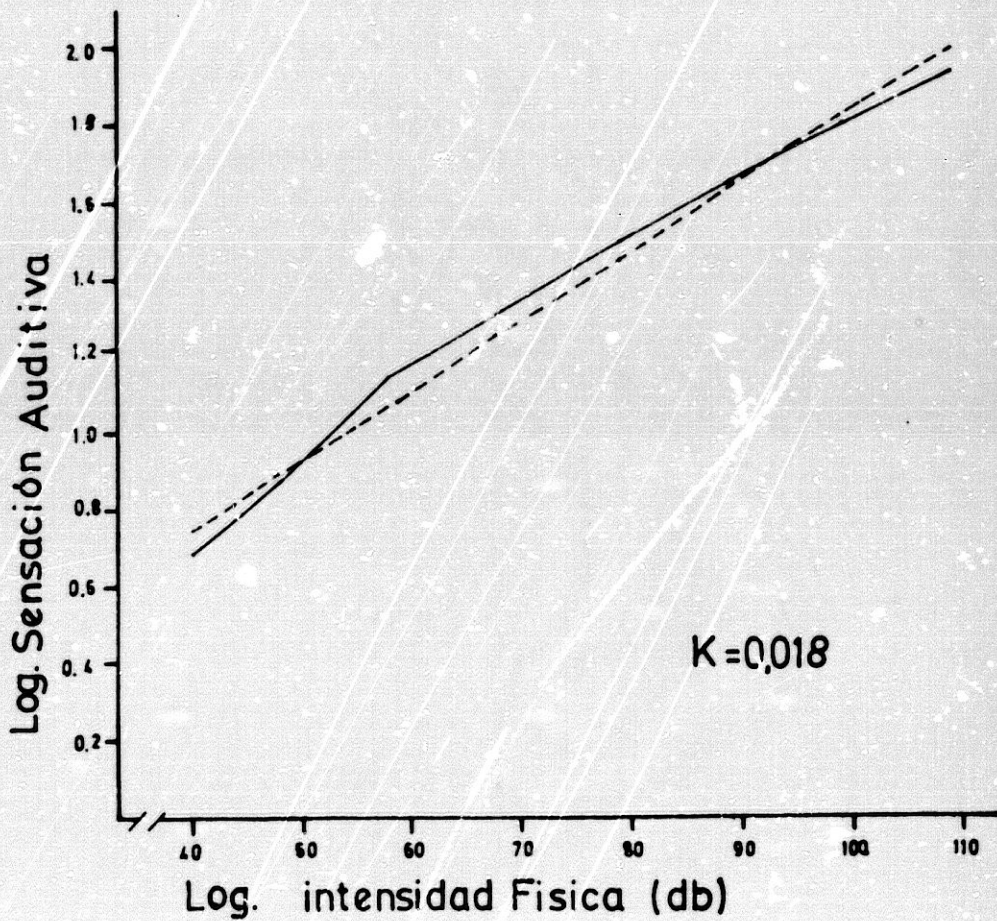


Figura 6.1

Función psicofísica entre la magnitud de la sensación auditiva y la intensidad física del estímulo expresadas en valores logarítmicos.

La prueba de significación estadística del coeficiente de regresión lineal (Edwards, 1979) dió un valor de F altamente significativo: $F_{(1,6)} = M_{\text{REGRESION}} / M_{\text{RESIDUAL}} = 406'6$, $p < .001$. En consecuencia, los resultados de la subtarea de estimación de magnitud auditiva produjeron una función de potencia tal como postula la Ley de Stevens.

1.2.1.2 MODALIDAD VISUAL

En la Tabla 6.3 se presentan los resultados de las estimaciones medias dadas a los 8 niveles de intensidad física junto con sus correspondientes transformaciones logarítmicas.

En la Figura 6.2 se representa la función psicofísica entre la magnitud de la sensación y la intensidad física del estímulo visual, expresadas ambas en valores logarítmicos.

Los resultados del análisis matemático de la ecuación de regresión lineal proporcionó un coeficiente de regresión igual a 0'392 y una constante de intersección igual a 0'741. La línea de regresión aparece también representada en la Figura 6.2 con trazo discontinuo.

La prueba de significación estadística del coeficiente de regresión lineal dió un valor de F significativo: $F_{(1,6)} = 415$, $p < .001$, lo que indica que los resultados de la subtarea de estimación de magnitud visual produjeron también la función de potencia esperada.

1.2.1.3 MODALIDAD ELECTROCUTANEA

En la Tabla 6.4 se presentan los resultados de las estimaciones dadas a los 8 niveles de intensidad física junto con sus correspondientes transformaciones logarítmicas. El estímulo de intensidad más baja (26 microamperios) no entró en el análisis porque no fué percibido por algunos sujetos.

Tabla 6.3 Resultados de la tarea de Estimación de Magnitud en la Modalidad Visual. Escalas de Intensidad Física y de Magnitud de la Sensación.

ESTIMULOS	INTENSIDAD FISICA VALORES LUX	LOG. INTENSIDAD FISICA	MAGNITUD DE LA SENSACION	LOG. MAGNITUD SENSACION
1	2'00	0'301	5'838	0'766
2	4'15	0'618	10'864	1'036
3	31'00	1'491	24'079	1'382
4	120'00	2'079	37'526	1'574
5	275'00	2'439	51'804	1'714
6	550'00	2'740	68'494	1'836
7	920'00	2'964	75'743	1'879
8	1450'00	3'161	85'769	1'933

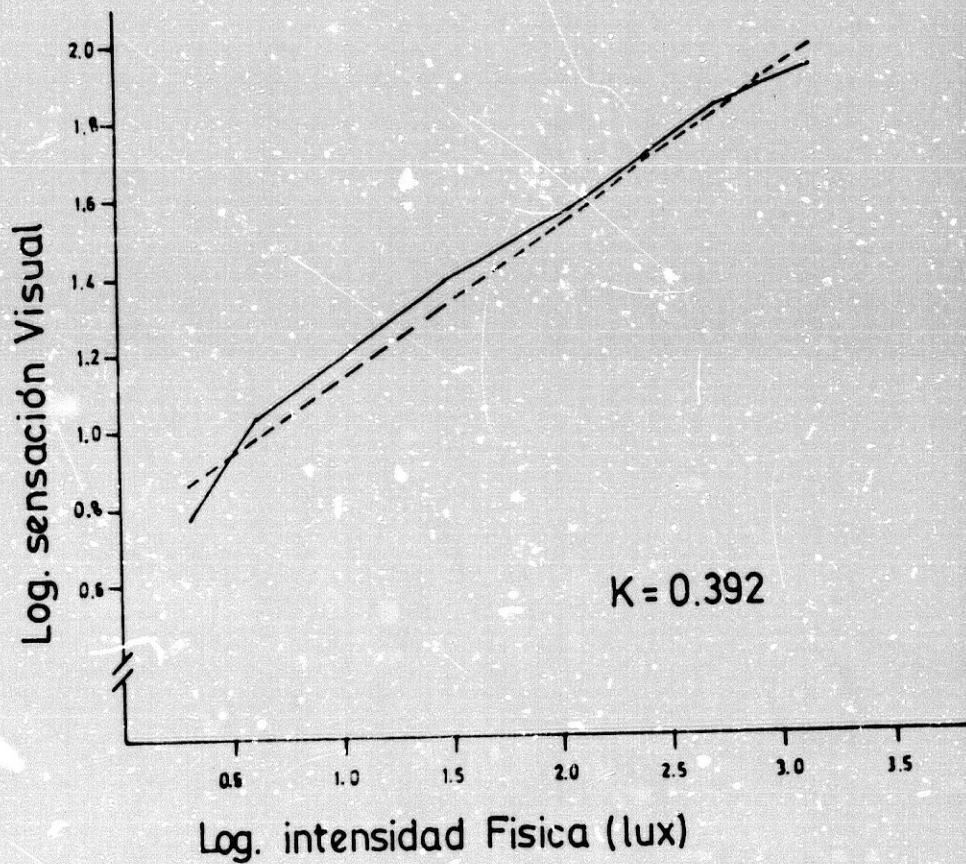


Figura 6.2

Función psicofísica entre la magnitud de la sensación visual y la intensidad física del estímulo expresadas en valores logarítmicos.

Tabla 6.4 Resultados de la prueba de Estimación de Magnitud en la Modalidad Electrocutánea. Escalas de Intensidad Física y de Magnitud de la Sensación.

ESTIMULOS	INTENSIDAD FISICA MICROAMPERIOS	LOG. INTENSIDAD FISICA	MAGNITUD DE LA SENSACION	LOG. MAGNITUD SENSACION
1	-----	-----	-----	-----
2	74'30	1'871	4'568	0'660
3	121'60	2'085	7'517	0'876
4	150'00	2'176	16'058	1'206
5	250'00	2'398	35'018	1'557
6	310'70	2'492	41'594	1'619
7	405'30	2'608	55'943	1'748
8	575'00	2'760	65'132	1'814

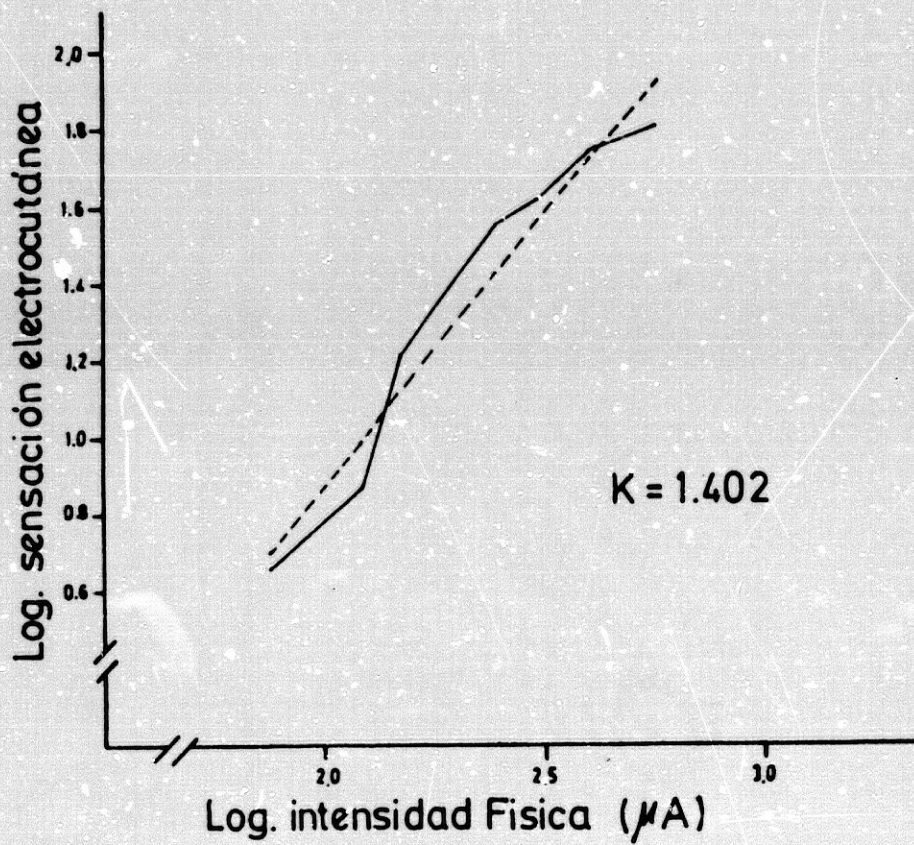


Figura 6.3

Función psicofísica entre la magnitud de la sensación electrocutánea y la intensidad física del estímulo expresadas en valores logarítmicos.

En la Figura 6.3 se representa la función psicofísica entre la magnitud de la sensación y la intensidad física del estímulo electrocutáneo, expresadas ambas en valores logaritmicos.

Los resultados del análisis matemático de la ecuación de regresión lineal proporcionó un coeficiente de regresión igual a 1'402 y una constante de intersección igual a -1'928. La línea de regresión aparece también representada en la Figura 6.3 con trazo discontinuo.

La prueba de significación estadística del coeficiente de regresión lineal dió un valor de $F_{(1,6)} = 95'917$, $p < .001$. Por tanto, se confirma también en esta modalidad sensorial la función potencial postulada por la Ley de Stevens.

1.2.2 TAREA DE EMPAREJAMIENTO TRANSMODAL

Cada sujeto produjo 4 igualaciones en las modalidades visual y electrocutánea para cada uno de los 8 niveles de intensidad auditiva. La puntuación final para cada nivel se halló obteniendo la media geométrica de las puntuaciones dadas por los 16 sujetos en sus 4 igualaciones ($N=64$).

1.2.2.1 EMPAREJAMIENTO AUDITIVO-VISUAL

En la Tabla 6.5 se presentan los resultados de las igualaciones en la modalidad visual producidas por los sujetos para cada uno de los 8 niveles de intensidad auditiva, junto con su correspondiente transformación logarítmica.

En la Figura 6.4 se representa la función de sensación igual que muestra el logaritmo de los valores estimulares de la modalidad visual en función del logaritmo de los valores estimulares de la modalidad auditiva que producen un juicio de igual magnitud. En estas condiciones, si se cumple la predicción de la Ley de Stevens, la función de sensación igual resultante

Tabla 6.5 Resultados de la prueba de Emparejamiento Transmodal Auditivo-Visual. Igualaciones producidas en la modalidad visual para cada nivel de intensidad auditiva.

ESTIMULOS	INTENSIDAD FISICA SONIDO (dB)	INTENSIDAD FISICA LUZ (lux)	LOG. INTENSIDAD FISICA LUZ
1	40	1'25	0'097
2	48	1'75	0'243
3	58	3'09	0'490
4	68	4'59	0'662
5	79	8'98	0'953
6	89	16'00	1'204
7	99	34'20	1'534
8	109	125'00	2'097

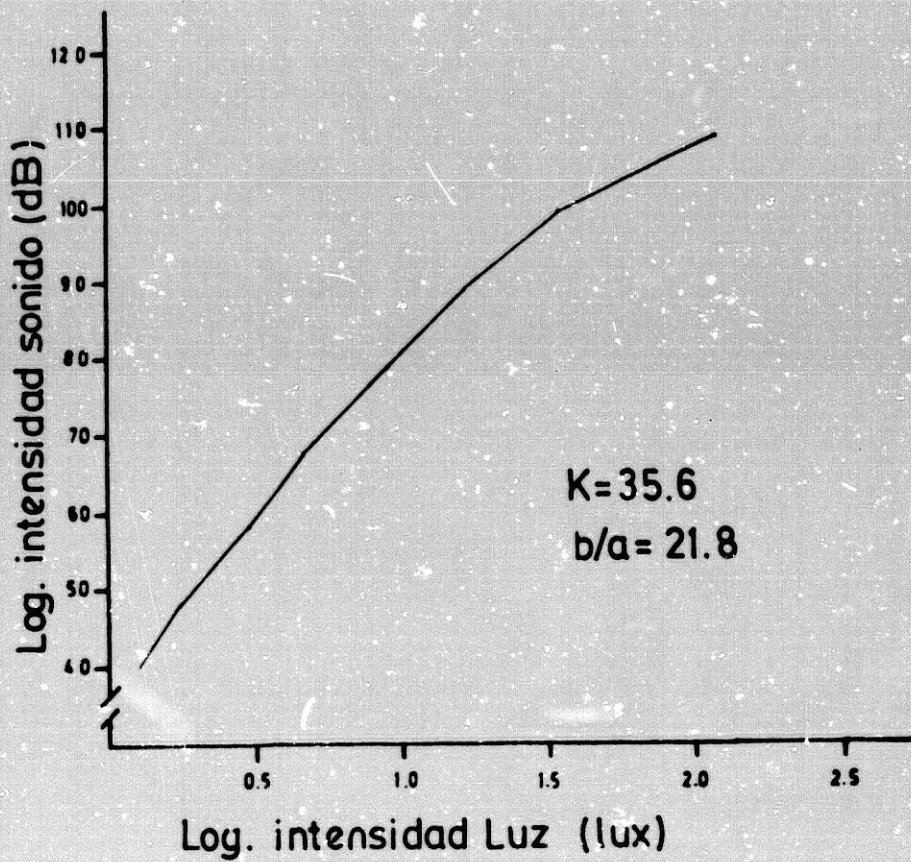


Figura 6.4

Función de sensación igual. Valores estimulares de la modalidad auditiva en función de los valores estimulares de la modalidad visual expresadas en valores logarítmicos.

deberá ser una función lineal con pendiente b/a , donde b y a son los exponentes de la función psicofísica correspondiente a las modalidades visual y auditiva obtenidas por el método de estimación de magnitud (Tudela, 1981).

Dado que el exponente obtenido en la subtarea de estimación de magnitud visual era igual a 0'392 y el obtenido en la subtarea de estimación de magnitud auditiva era igual a 0'018, el valor de b/a es igual a 21'8. Los resultados del análisis matemático de la ecuación de regresión lineal correspondiente a los valores logarítmicos de la Tabla 6,5 proporcionaron un coeficiente de regresión igual a 35'6. Aunque este valor no es igual a b/a , su relativa similitud permite concluir que se cumplen en cierta medida las predicciones de la Ley psicofísica de Stevens.

1.2.2.2 EMPAREJAMIENTO AUDITIVO- -ELECTROCUTÁNEO

En la Tabla 6.6 se presentan los resultados de las igualaciones en la modalidad electrocutánea producidas por los sujetos para cada uno de los 8 niveles de intensidad auditiva junto con su correspondiente transformación logarítmica.

En la Figura 6.4bis se representa la función de sensación igual que muestra el logaritmo de los valores estimulares de la modalidad electrocutánea en función del logaritmo de los valores estimulares de la modalidad auditiva que producen un juicio de igual magnitud. El exponente obtenido en la subtarea de estimación de magnitud electrocutánea era igual a 1'402 y el obtenido en la subtarea de estimación de magnitud auditiva era igual a 0'018. En consecuencia, el valor de b/a es igual a 77'9. Los resultados del análisis matemático de la ecuación de regresión lineal correspondientes a los valores logarítmicos de la Tabla 6,6 proporcionaron un coeficiente de regresión igual a 75'3. Existe, por tanto, una gran similitud entre ambos valores, lo que permite concluir que se cumplieron con bastante exactitud las predicciones de la Ley de Stevens.

Tabla 6.6 Resultados de la prueba de Emparejamiento Transmodal Auditivo-Electrocutánee. Igualaciones producidas en la modalidad electrocutánea para cada nivel de intensidad auditiva.

ESTIMULOS	INTENSIDAD FISICA SONIDO (dB)	INTENSIDAD FISICA CALAMBRE (μ A)	LOG. INTENSIDAD FISICA CALAMBRE
1	40	46'07	1'603
2	48	72'70	1'862
3	58	97'01	1'987
4	68	131'62	2'119
5	79	177'50	2'249
6	89	200'39	2'302
7	99	278'32	2'445
8	109	399'94	2'589

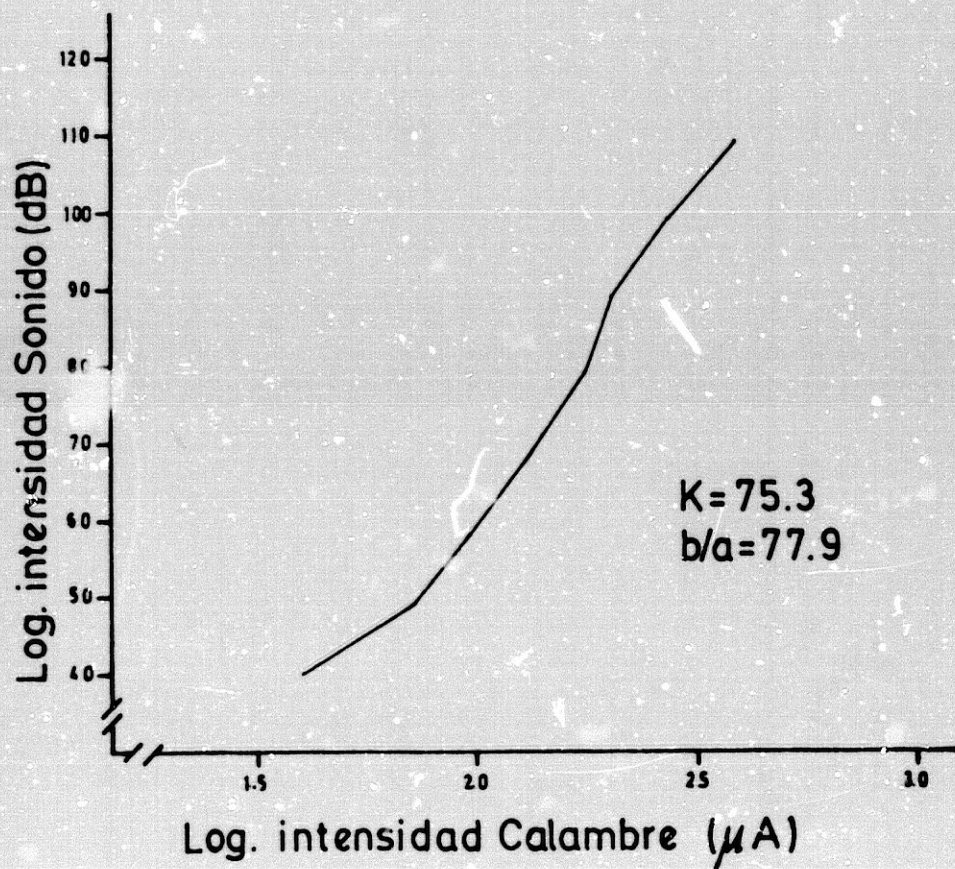


Figura 6.4 bis

Función de sensación igual. Valores estimuladores de la modalidad auditiva en función de los valores estimuladores de la modalidad electrocutánea expresadas en valores logarítmicos.

1.2.3 DETERMINACION DE LOS NIVELES DE INTENSIDAD

En general, los resultados obtenidos tanto en la tarea de estimación de magnitud como en la tarea de emparejamiento transmodal confirman las predicciones de la ley psicofísica de Stevens y permiten confiar en la validez de las escalas psicofísicas construidas. Las dos tareas realizadas proporcionaron, sin embargo, dos tipos de escalas psicofísicas para las modalidades visual y electrocutánea, una obtenida por el procedimiento de estimación de magnitud y la otra obtenida por el procedimiento de emparejamiento transmodal. Ambas escalas no proporcionan idénticos resultados cuando se intentan seleccionar estímulos que correspondan a un mismo nivel de sensación ya que la pendiente de la función psicofísica, tal como se espera, es mayor en el caso del procedimiento de emparejamiento transmodal (Tudela, 1981). Esta diferencia entre los resultados de ambos procedimientos se debe a un efecto de "regresión a la media" que se produce cuando el sujeto controla los ajustes del estímulo físico durante la tarea de emparejamiento transmodal. En este caso tiende a restringir el rango de valores en la variable que controla no seleccionando los valores extremos.

Estos datos, junto con el hecho de que en la modalidad auditiva sólo se obtuvo una escala psicofísica mediante el procedimiento de estimación de magnitud nos llevaron a optar por este último procedimiento para determinar los diferentes niveles de intensidad en cada una de las modalidades sensoriales a utilizar en el estudio principal.

Para el nivel alto de intensidad se seleccionó el valor 83'326 de magnitud subjetiva en la escala de 1 a 100, equivalente a 109 dB de intensidad física en la modalidad auditiva. Para el nivel moderado de intensidad se seleccionó el valor 30'917, correspondiente a 79 dB de intensidad física en la modalidad auditiva. Utilizando las funciones psicofísicas para las modalidades visual y electrocutánea obtenidas mediante el procedimiento de estimación de magnitud (coeficientes de regresión y

constantes de intersección) se determinaron los siguientes valores de intensidad alta y moderada para cada una de ellas:

A. INTENSIDAD ALTA

Sonido = 109 dB (correspondiente a 83'326 de magnitud subjetiva)

Luz = 1.023'78 valores lux ($\log 83'326 = 0'741 + 0'392 \log X$)

Calambre = 556'07 microamperios ($\log 83'326 = -1'928 + 1'402 \log X$)

B. INTENSIDAD MODERADA

Sonido = 79 dB (correspondiente a 30'917 de magnitud subjetiva)

Luz = 81'42 valores lux ($\log 30'917 = 0'741 + 0'392 \log X$)

Calambre = 174'12 microamperios ($\log 30'917 = -1'928 + 1'402 \log X$)

2. ESTUDIO PRINCIPAL

2.1 METODO

2.1.1 SUJETOS

Los sujetos fueron 90 estudiantes de primer curso de Psicología de la Universidad de Granada (curso académico 1983-84), 24 hombres y 66 mujeres, de edades comprendidas entre 18 y 23 años ($M = 19'34$; $DT = 1'67$) y caracterizados por no estar bajo tratamiento psiquiátrico o farmacológico, tener ciclos menstruales normales, no padecer trastornos cardiovasculares, ni presentar deficiencias auditivas o visuales. Los sujetos no habían participado previamente en ninguna investigación de características similares. Además de los 90 sujetos, otros 4 participaron en la investigación pero tuvieron que ser eliminados por diversas razones: dos por problemas de procedimiento y dos por problemas en el registro psicofisiológico.

2.1.2 DISEÑO

Los sujetos fueron asignados aleatoriamente a 6 grupos experimentales en función del orden de llegada al laboratorio, con la única restricción de no repetir la asignación a un mismo grupo hasta haber completado los restantes, controlándose la variable sexo de tal forma que en cada grupo hubiera 4 hombres y 11 mujeres. Los 6 grupos correspondían a un diseño 3×2 de grupos independientes en el que el primer factor era la MODALIDAD sensorial con 3 niveles (Auditiva, Visual y Electrocutánea) y el segundo factor era la INTENSIDAD del estímulo con 2 niveles (Alto y Moderado).

2.1.3 TAREA EXPERIMENTAL

La tarea consistió en una prueba de reactividad y habituación psicofisiológica en la que se presentaban 4 estímulos de acuerdo con la modalidad y la intensidad correspondiente a cada grupo experimental. Al finalizar la serie anterior se presentaba un estímulo auditivo de intensidad alta en todos los grupos exceptuando el correspondiente a dicha modalidad e intensidad.

A. SECUENCIA

La secuencia de la tarea fué la siguiente:

- 10 minutos de período de adaptación (a)
- presentación del primer estímulo
- aplicación del cuestionario de reactividad subjetiva al primer estímulo
- 5 minutos de período de adaptación (b)
- presentación del 2º, 3º y 4º estímulo
- presentación del estímulo auditivo de intensidad alta
- aplicación del cuestionario de reactividad subjetiva al último estímulo

B. CARACTERISTICAS ESTIMULARES

Las características estimulares fueron las siguientes:

SONIDO

Duración: 0'5 segundos

Intensidad Alta: 109 dB

Intensidad Moderada: 79 dB

Frecuencia: 400 Hz distorsionado

Tiempo de subida: virtualmente instantáneo

LUZ

Duración: 0'5 segundos

Intensidad Alta: 1.023'78 lux

Intensidad Moderada: 81'42 lux

Color: blanco

CALAMBRE

Duración: 0'5 segundos

Intensidad Alta: 556'07 microamperios

Intensidad Moderada: 274'12 microamperios

Tipo de corriente: pulsatoria de 430 ciclos

C. INTERVALO ENTRE-ESTIMULOS

El intervalo entre-estimulos fué el siguiente:

Intervalo inicio de la tarea - primer estímulo: 10 minutos

Intervalo primer estímulo - cuestionario de reactividad subjetiva al primer estímulo: 90 segundos

Intervalo reanudación de la tarea - 2º estímulo: 5 minutos

Intervalo 2º estímulo - 3º estímulo: 80 segundos

Intervalo 3º estímulo - 4º estímulo: 75 segundos

Intervalo 4º estímulo - Sonido Alto: 85 segundos

Intervalo Sonido Alto - Cuestionario de reactividad subjetiva al último estímulo: 90 segundos

2.1.4 VARIABLES DEPENDIENTES

2.1.4.1 MEDIDAS PSICOFISIOLOGICAS

Las variables psicofisiológicas registradas durante la tarea experimental fueron la tasa cardíaca, la amplitud del pulso digital, la temperatura y la resistencia eléctrica de la piel.

2.1.4.1.1 TASA CARDIACA

La tasa cardíaca se registró con un amplificador-cardiotacómetro a partir de la señal del pulso digital captada por un pletismógrafo fotoeléctrico colocado en el dedo índice de la mano derecha (ver Apartado 2.1.5, Aparatos). Los parámetros medidos fueron los siguientes:

NIVELES TONICOS:

- a. Tasa cardíaca media durante periodos de no estimulación: número de pulsaciones durante los minutos 0-2, 4-6 y 8-10 del periodo de adaptación (a) y durante los minutos 3-5 del periodo de adaptación (b) expresado en número de latidos por minuto.
- b. Variabilidad de la tasa cardíaca durante periodos de no estimulación: desviación típica de los valores de tasa cardíaca segundo-a-segundo durante los segundos 0-20, 50-70 y 100-120 de los minutos 8-10 del periodo de adaptación (a).

RESPUESTAS ESPECIFICAS:

La respuesta específica se definió como la tasa cardíaca segundo-a-segundo durante los 80 segundos posteriores al inicio del estímulo expresada en términos de puntuaciones diferenciales con respecto a la tasa cardíaca promedio segundo-a-segundo durante los 15 segundos anteriores al inicio del estímulo.

La elección de tasa cardíaca en lugar de periodo cardíaco y su expresión en unidades de tiempo real (segundo-a-segundo) en lugar de unidades de tiempo orgánico (latido-a-latido) se decidió en base a la equivalencia entre tasa cardíaca y periodo cardíaco observada en estudios previos y al interés de la investigación por estudiar las respuestas cardíacas ante estímulos e intervalos fijos para todos los sujetos (ver Vila, 1983; Jennings y cols., 1981).

2.1.4.1.2 AMPLITUD DEL PULSO DIGITAL

La amplitud del pulso digital se registró con un amplificador de corriente directa (DC) utilizando el mismo pletismógrafo fotoeléctrico que en el caso de la tasa cardíaca (ver Apartado 2.1.5, Aparatos). Se midió en milímetros de desplazamiento de la aguja sobre el papel de registro en cada pulsación. Puesto que la amplitud del pulso digital no permite obtener valores absolutos, sino sólo relativos, no se obtuvieron valores tónicos en esta medida fisiológica. Los parámetros referidos a las respuestas específicas fueron los siguientes:

- a. Amplitud del pulso digital segundo-a-segundo: amplitud del pulso segundo-a-segundo durante los 80 segundos posteriores al inicio del estímulo expresada en términos de porcentaje de cambio con respecto a la amplitud del pulso promedio durante los 15 segundos anteriores al inicio del estímulo.
- b. Amplitud promedio del pulso digital durante los 15 segundos posteriores al inicio del estímulo: media de la amplitud del pulso digital segundo-a-segundo durante los 15 segundos posteriores al inicio del estímulo expresada en términos de porcentaje de cambio con respecto a la amplitud del pulso promedio durante los 15 segundos anteriores al inicio del estímulo.

2.1.4.1.3 TEMPERATURA

La temperatura digital se registró con un amplificador específico para esta variable fisiológica utilizando un termosensor colocado en el dedo medio de la mano derecha (ver Apartado 2.1.5, Aparatos). El registro se hizo en grados centígrados con un nivel de sensibilidad de 0'02 grados centígrados por cada milímetro de papel. Los parámetros medidos fueron los siguientes:

NIVELES TONICOS durante periodos de no estimulación: media del nivel de la temperatura durante los minutos 0-2, 4-6 y 8-10 del periodo de adaptación (a) y durante los minutos 3-5 del periodo de adaptación (b), tomando como puntos de lectura los segundos 0, 60 y 120 de cada uno de los periodos mencionados.

RESPUESTAS ESPECIFICAS

La respuesta especifica se definió como:

- a. El nivel de temperatura existente en 8 intervalos de 10 segundos cada uno durante los 80 segundos posteriores al inicio del estímulo expresado en términos de puntuaciones diferenciales con respecto a la temperatura existente en el momento inmediatamente anterior a la presentación del estímulo.
- b. Media de la temperatura existente en 8 intervalos de 10 segundos cada uno durante los 80 segundos posteriores al inicio del estímulo expresada en términos de puntuaciones diferenciales con respecto a la temperatura existente en el momento inmediatamente anterior a la presentación del estímulo.

2.1.4.1.4 RESISTENCIA ELECTRICA DE LA PIEL

La resistencia eléctrica de la piel se registró mediante un amplificador de corriente constante utilizando dos electrodos activos colocados en la falange media de los dedos índice y medio de la mano izquierda del sujeto (ver Apartado 2.1.5, Aparatos). Los valores de resistencia fueron posteriormente transformados en valores de conductancia (Edelberg, 1972; Venables y Christie, 1973; Fowles y cols., 1981) definida como el recíproco de la resistencia en kilo-ohmios ($K\Omega$) multiplicado por mil.

Se tomaron tres parámetros de la conductancia de la piel: niveles tónicos, respuestas específicas y respuestas no específicas o también llamadas fluctuaciones espontáneas.

NIVELES TONICOS durante periodos de no estimulación: media de la conductancia durante los minutos 0-2, 4-6 y 8-10 del periodo de adaptación (a) y durante los minutos 3-5 del periodo de adaptación (b), tomando como puntos de lectura los segundos 0, 60 y 120 de cada uno de los periodos mencionados.

RESPUESTAS ESPECIFICAS

La respuesta específica se definió como cualquier disminución en resistencia mayor de $0.5 \text{ K}\Omega$ que ocurre entre 1 y 5 segundos después de la aparición del estímulo. Se midieron a su vez los siguientes parámetros de la respuesta específica:

- a. Amplitud: cambio en conductancia desde el inicio de la respuesta hasta el punto de máxima inflexión.
- b. Latencia de Iniciación: tiempo en segundos desde el inicio del estímulo hasta el inicio de la respuesta.
- c. Tiempo de Terminación: tiempo en segundos desde el inicio de la respuesta hasta el punto de máxima amplitud.
- d. Tiempo de Recuperación al 50%: tiempo en segundos desde el punto de máxima amplitud hasta el punto en que recupera el 50% de su amplitud.

RESPUESTAS NO ESPECIFICAS

La respuesta no específica o fluctuación espontánea, siguiendo el criterio propuesto por Lader y Wing (1966), se definió como cualquier aumento en el logaritmo de la conductancia mayor de 0.003 micromhos que ocurre durante los minutos 0-2, 4-6 y 8-10 del periodo de adaptación (a), durante los minutos 3-5 del periodo de adaptación (b) y durante los intervalos entre-estímulos exceptuando el periodo de las respuestas específicas.

2.1.4.2 MEDIDAS SUBJETIVAS

A lo largo del estudio principal se completaron cinco cuestionarios: el cuestionario de reactividad subjetiva post-estímulo, el cuestionario de ansiedad estado-rasgo (STAI), el cuestionario de ansiedad estímulo-respuesta (E-R), el cuestionario de motivación y ansiedad de ejecución (MAE) y el cuestionario de actividad de Jenkins (JAS).

2.1.4.2.1 CUESTIONARIO DE REACTIVIDAD SUBJETIVA

Este cuestionario se elaboró específicamente para el estudio principal con el fin de recoger tres tipos de información sobre la reacción subjetiva ante la presentación de los estímulos: a) intensidad y desagradabilidad, b) reacción emocional y c) sensaciones corporales. El cuestionario se pasaba inmediatamente después de transcurridos los 90 segundos posteriores a la presentación del estímulo correspondiente. El sujeto continuaba con los electrodos puestos y contestaba a las preguntas del experimentador.

- A. INTENSIDAD Y DESAGRADABILIDAD. El sujeto tenía que evaluar por separado la intensidad y la desagradabilidad del estímulo utilizando una escala de 0 a 100 puntos, sabiendo que cero significaba "nada en absoluto intenso/desagradable" y 100 "extremadamente intenso/desagradable".

- B. REACCION EMOCIONAL. Se seleccionaron 8 adjetivos correspondientes a 8 posibles reacciones emocionales siguiendo los resultados de los trabajos de Ekman, Levenson y Friesen (1983) y Schwartz (1982). Los 8 adjetivos fueron los siguientes: Sorprendido, Enojado, Asustado, Triste, Sobresaltado, Nervioso, Deprimido y Alegre. Para cada uno de los adjetivos los sujetos tenían que evaluar sus sentimientos en una escala de 0 a 100 puntos, sabiendo que cero significa "nada en absoluto" y 100 "muchísimo".

C. SENSACIONES CORPORALES. Los sujetos tenían que contestar SI o NO a 11 preguntas que describían sensaciones corporales relativas a cambios en la tasa cardíaca, sudoración, cambios respiratorios, tensión muscular, etc.

El cuestionario puede verse en el Apéndice F.1.1.

2.1.4.2.2 CUESTIONARIO DE ANSIEDAD ESTADO-RASGO

El STAI (State-Trait Anxiety Inventory) fué desarrollado por Spielberger, Gorsuch y Lushene (1970). En esta investigación se ha utilizado la adaptación española del cuestionario realizada por TEA Ediciones (1982). El STAI está compuesto de dos escalas separadas de autoevaluación que permiten medir dos conceptos independientes de la ansiedad, ansiedad como estado (escala A/E) y ansiedad como rasgo (escala A/R). Cada una de las escalas consta de 20 items que el sujeto debe evaluar de 0 a 3 puntos. En la escala A/E el sujeto describe cómo se siente "en un momento particular", mientras que en la escala A/R indica cómo se siente "generalmente". La adaptación española del cuestionario presenta buenos índices de consistencia interna (entre 0'90 y 0'93 para la escala A/E y entre 0'84 y 0'87 para la escala A/R), de fiabilidad (0'94 en A/E y 0'86 en A/R) y, en menor medida, de validez concurrente.

2.1.4.2.3 CUESTIONARIO DE ANSIEDAD ESTIMULO-RESPUESTA

El Cuestionario de Ansiedad E-R (S-R Inventory of Anxiousness) fué elaborado por Endler, Hunt y Rosenstein (1962) y Endler y Okada (1975). Una traducción del mismo puede encontrarse en Carrobles y Díez-Chamizo (1981). Se trata de un cuestionario multidimensional que intenta medir la contribución relativa de los factores situacionales en las respuestas de ansiedad, separando tres tipos de componentes: estimulares, de respuesta e individuales. Dentro del componente situacional el cuestionario evalúa la ansiedad en tres tipos generales de situaciones: 1) situaciones de amenaza

interpersonal, 2) situaciones de peligro físico y 3) situaciones ambiguas o novedosas. El componente de respuesta se evalúa igualmente a través de tres modalidades de respuesta: A) temor, impedimento y evitación, B) optimismo, alegría y acercamiento y C) reacciones autonómicas. El componente individual viene dado por la intensidad con que cada respuesta es experimentada subjetivamente por el individuo, quedando reflejada en la escala de 5 puntos que acompaña a cada respuesta.

La versión original del cuestionario consta de dos elementos: una lista de 11 situaciones estimulares distintas y una hoja aparte con un muestrario de 14 respuestas diferentes. Nosotros añadimos tres nuevas situaciones estimulares por considerarlas relevantes al estudio principal: "Oye de pronto un ruido fuerte", "Se le enciende de pronto una luz intensa", "Recibe un fuerte calambre". En el Apéndice B.1.2 puede encontrarse la lista de las situaciones específicas utilizadas y un modelo de hoja con los diferentes items de respuesta.

El cuestionario tal como se le presentó al sujeto en este estudio constaba de 15 hojas que incluían el muestrario de respuestas, una para cada situación estimular. Cada hoja llevaba escrita en la parte superior una situación específica y el sujeto debía señalar en cada hoja uno de los 5 grados de intensidad de la respuesta para cada uno de los 14 items. Las instrucciones se presentaban en hoja aparte.

2.1.4.2.4 CUESTIONARIO DE MOTIVACION Y ANSIEDAD DE EJECUCION

El MAE fué elaborado por Pelechano (1975). Está compuesto de 72 items que abarcan un total de 6 factores, 4 de motivación y 2 de ansiedad. Los 6 factores fueron denominados como sigue: Tendencia a la Sobrecarga de Trabajo (M1), Indiferencia Laboral (M2), Autoexigencia Laboral (M3), Ambición Positiva (M4), Ansiedad Perturbadora del Rendimiento (A1) y Ansiedad Facilitadora del Rendimiento (A2). Además puede obtenerse una puntuación de Motivación Positiva (MP) sumando las puntuaciones parciales en M1, M3 y M4,

y restando 3 unidades. El sujeto sólo tiene que contestar SI o NO a cada uno de los items que se le presentan. En el manual del cuestionario se incluyen los índices de fiabilidad pares-impares calculados en cada uno de los factores, oscilando entre 0'756 y 0'877 y un análisis de la validez de constructo en base a las intercorrelaciones entre los factores del cuestionario y otras dimensiones básicas de personalidad.

2.1.4.2.5 QUESTIONARIO DE ACTIVIDAD DE JENKINS

El JAS (The Jenkins Activity Survey) fué construido por Jenkins, Rosemman y Zyzanski (1979) para medir el patrón de conducta Tipo-A. Existen diferentes versiones de este cuestionario. La versión original fué elaborada para su aplicación a una población masculina, trabajadora, de clase media y mediana edad. En este estudio utilizamos la versión para estudiantes (Forma T) que presenta sólo ligeras modificaciones con respecto a la original.

El JAS consta de 44 items que pueden tener entre 2 y 5 alternativas proporcionando puntuaciones correspondientes a 4 escalas o factores: "Conducta Tipo-A", "Prisa e Impaciencia", "Implicación en el Trabajo", y "Ambición (hard-driving) y Competitividad". En la versión original las 4 escalas presentan una alta consistencia interna que va desde 0'75 a 0'85 y una fiabilidad test-retest para cada escala que oscila entre 0'56 y 0'74 cuando se pasa a intervalos de 1 a 4 años. En el Apéndice B.1.3 puede encontrarse la traducción que se hizo de la Forma T inglesa. Para la corrección del cuestionario se siguieron las instrucciones publicadas por "The Psychological Corporation" (1979).

2.1.5 APARATOS

a. Polígrafo Lafayette.

Se utilizó para el registro de la tasa cardíaca y del pulso sanguíneo. Consta de dos amplificadores, un amplificador cardiotácometro LA-

76403 y un amplificador del pulso LA-76405, y un sistema de registro gráfico de plumas de tinta.

El amplificador LA-76403 registraba la tasa cardíaca pulsación-a-pulsación a partir de la señal proporcionada por un pletismógrafo fotoeléctrico (marca Letica, modelo TRU-030) colocado en la superficie palmar de la falange distal del dedo índice de la mano derecha. La calibración del amplificador se realizó utilizando el rango de frecuencias 40-120 correspondientes a 2 puntos del papel de registro separados entre sí por 40 milímetros.

El amplificador LA-76405 permitía el registro de la resistencia eléctrica de la piel y de la amplitud del pulso de forma alternativa. Se utilizó la posición correspondiente a la amplitud del pulso registrándose también esta variable a través del pletismógrafo fotoeléctrico. La calibración se establecía a través de un pulsador de calibración de 5 K Ω y un mando de sensibilidad que permitía establecer las relaciones entre la señal eléctrica y el desplazamiento de la aguja sobre el papel.

El mismo pletismógrafo fué adaptado para servir de entrada al amplificador cardiotaquímetro y al amplificador del pulso. El registro simultáneo de ambas medidas permitía controlar el nivel de disparo ("triggering level") del cardiotaquímetro en el caso de observarse cambios en la amplitud del pulso aumentándolo o disminuyéndolo para mantener un nivel de disparo relativamente constante. Por otra parte, el registro del pulso permitía controlar los artefactos en el cardiotaquímetro debidos a doble disparo o pérdida de disparo. La detección de tales artefactos era inmediata mediante la inspección visual del registro de la amplitud del pulso. En general, este tipo de artefactos no fué frecuente. En caso de producirse se aplicaron métodos de corrección tomando como punto de referencia el registro de la amplitud del pulso. Solo dos sujetos de la muestra total fueron eliminados por problemas de artefactos en el registro del cardiotaquímetro.

El registro en papel se realizó a una velocidad de 2'5 mm/seg. La aparición de los estímulos se señaló sobre el papel a través de una aguja marcadora conectada al programador de estímulos.

b. Poligrafo Leti-Graph 2000.

Se utilizó para el registro de la resistencia eléctrica de la piel y de la temperatura. Consta de dos canales de registro con un sistema de escritura de plumas térmicas sobre papel termosensible. Se utilizaron los amplificadores GSR-100 y TMP-805.

El amplificador GSR-100 registraba la resistencia eléctrica de la piel a partir de la señal proporcionada por dos electrodos Beckman de plata/plata clorurizada con 1 cm² de área colocados sobre la superficie palmar de la falange media de los dedos índice y medio de la mano izquierda. Siguiendo la recomendaciones de Fowles y cols. (1981), entre la piel y el electrodo se colocó un gel electrolítico de 0'05 M ClNa, acoplándose los electrodos a la piel mediante unos círculos adhesivos de doble cara que permitían controlar el área de contacto entre la piel y el electrodo.

El amplificador GSR-100 aplicaba una fuente de corriente constante inferior a 10 μ A, con un rango de sensibilidad que iba desde 100 ohmios a 10 kilo-ohmios (K Ω) por milímetro de papel y un mando de supresión de resistencias o potenciómetro con un recorrido de hasta 1.000 K Ω en 10 vueltas de 100 K Ω cada una. La calibración se estableció a través de una resistencia externa de 100 K Ω y un mando de ajuste de calibración.

El amplificador TMP-805 permitía el registro de la temperatura a partir de la señal proporcionada por un termosensor (marca Letica) colocado en la superficie palmar de la falange distal del dedo medio de la mano derecha. El amplificador disponía de un rango de sensibilidad que iba desde 0'01 hasta 0'5 grados centígrados por milímetro de papel y un control de balance desde 15 a 45 grados centígrados.

El registro se realizó a una velocidad de 2 mm/seg. La aparición de los estímulos se señaló en el papel a través de una aguja marcadora conectada al programador de estímulos.

c. Estimuladores sensoriales y programador de estímulos.

Se utilizaron los estimuladores auditivo, visual y electrocutáneo y el programador de estímulos descritos en el apartado 1.1.3 del estudio preliminar.

d. Situación experimental.

El laboratorio donde se realizó el estudio preliminar y el estudio principal constaba de dos unidades semi-insonorizadas: la habitación del sujeto y la del experimentador. La primera mantenía una temperatura relativamente constante de entre 20° C y 23° C. En ella se encontraban los auriculares, los electrodos y los transductores, así como un sillón de brazos, una mesa-escritorio y una silla. Ambas habitaciones se comunicaban entre sí mediante una puerta y una ventana de doble cristal. Una cortina opaca colocada en la habitación del experimentador impedía el paso de la luz de una a otra habitación. En la habitación del experimentador se encontraban los aparatos necesarios para el registro poligráfico, los estimuladores sensoriales y el programador de estímulos, así como las conexiones apropiadas entre los diferentes aparatos.

2.1.6 PROCEDIMIENTO

Cuando el sujeto llegaba al laboratorio se le daba una información general sobre el contenido de la sesión. A continuación se le pedía que fuera a lavarse las manos con jabón para controlar posibles diferencias entre ellos en conductancia de la piel debidas a diferencias en el tiempo transcurrido desde el último lavado (Venables y Christie, 1973). Al regresar el sujeto al laboratorio comenzaba la sesión experimental propiamente dicha que se estructuraba en tres fases secuenciales:

A. Una fase pre-experimental en la que se completaba una Ficha Personal de cada sujeto (ver Apéndice B.1.4) y el cuestionario STAI, primero en la escala A/E y después en la escala A/R. La ficha personal incluía, entre otras cosas,