

PROGRAMAS OPERANTES DE RECOMPENSA EN EL ESTUDIO DE LAS RELACIONES CARDIOSOMÁTICAS

F. J. MENÉNDEZ BALAÑA

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)

Resumen

El propósito de esta investigación fue evaluar la relación entre las actividades cardiovasculares y somáticas en humanos, usando procedimientos operantes de una naturaleza apetitiva.

En anteriores investigaciones, verificamos las hipótesis de acoplamiento y desacoplamiento cardiosomático, usando programas operantes de evitación de Sidman como situaciones experimentales aversivas. El objetivo de esta nueva investigación fue verificar si las hipótesis propuestas por P. A. Obrist son también confirmadas usando procedimientos operantes de naturaleza apetitiva; específicamente, usando un programa de refuerzo positivo de intervalo variable, en una condición contingente o de enfrentamiento activo y en una condición no contingente o de enfrentamiento pasivo.

Los resultados de esta investigación indican una relación directa entre las actividades cardiovascular y somática en la condición no contingente, y una independencia entre las actividades cardiovascular y somática en la condición contingente o situación activa.

Abstract

The purpose of this research was to evaluate the relationship between cardiovascular and somatic activities in humans, using operant procedures of an appetitive nature.

In the previous research we verified the hypotheses of cardiac-somatic coupling and uncoupling using Sidman avoidance schedules as experimental aversive situations. The aim of this new research was to verify whether the hypotheses proposed by P. A. Obrist were also confirmed using operant procedures of an appetitive nature; specifically, using a schedule of positive reinforcement of variable-interval, in active coping or contingent condition and passive coping or non-contingent condition.

The results of this research indicate a direct relationship between cardiovascular and somatic activities in the non-contingent condition, and an independence between cardiovascular and somatic activities in the contingent condition or active situation.

Introducción

El objetivo principal de esta investigación es la incorporación de programas operantes de refuerzo positivo, como paradigmas experimentales en el estudio sobre la relación entre medidas cardiovasculares y somáticas ante unas determinadas situaciones estímulas.

En nuestras investigaciones anteriores hemos verificado ya con programas operantes de refuerzo negativo (Menéndez, 1987 y 1988; Menéndez y Sanz, 1988a y 1988b), las dos más importantes hipótesis propuestas por P. A. Obrist y colaboradores (1974-1976) sobre las relaciones cardiovasculares entre distintas formas de enfrentamiento a la situa-

ción estimular. Estas hipótesis son: las hipótesis de acoplamiento y desacoplamiento cardiosomático.

La hipótesis de acoplamiento, según Obrist et al. (1974), indica que cuando un sujeto se enfrenta a una situación estimular de forma pasiva, es decir, cuando éste tiene poco o ningún control sobre el medio ambiente, los cambios de la respuesta cardíaca están bajo el control del nervio vago del sistema nervioso parasimpático, el cual provoca una disminución en la actividad cardíaca del mismo modo que provoca una inhibición en la actividad somática, produciéndose en este caso un acoplamiento entre ambas actividades.

La hipótesis de desacoplamiento, según Obrist (1976), señala que cuando un sujeto se enfrenta a

una situación estimular de forma activa; es decir, cuando sus acciones influyen directamente sobre el medio ambiente, los cambios de la respuesta cardíaca están, principalmente, bajo el control del sistema nervioso simpático, el cual provoca un aumento en la actividad cardíaca que no se corresponde con los cambios en la actividad somática no relevante para la ejecución de una tarea, produciéndose en este caso un desacoplamiento entre las dos actividades.

El objetivo de esta nueva investigación fue verificar estas hipótesis, si bien utilizando programas operantes de naturaleza apetitiva; en concreto, usando un programa operante de intervalo variable, también con dos situaciones antónimas de enfrentamiento: 1) una situación de enfrentamiento activo, para lo cual utilizamos un programa de intervalo variable contingente, en el que la implicación activa del sujeto experimental era contingente con el reforzamiento, y 2) una situación de enfrentamiento pasivo, utilizando un programa de intervalo variable no contingente, en el que la implicación pasiva del sujeto no era contingente con el reforzamiento.

Si las hipótesis formuladas por Obrist tienen una consistencia relevante, éstas deben cumplirse también en condiciones estímulares no aversivas. La utilización de situaciones estímulares apetitivas nos puede llevar a conocer mejor las relaciones cardiosomáticas.

Pocas han sido las investigaciones que han utilizado estímulos apetitivos como situaciones estímulares, para probar las hipótesis de acoplamiento y desacoplamiento cardiosomático. El motivo ha sido, principalmente, considerar a las situaciones aversivas como las únicas situaciones estímulares de activación. Aunque es cierto que las situaciones estímulares aversivas provocan un mayor y más claro efecto estresante en los sujetos, no son las únicas situaciones estímulares que provocan una activación; así, las situaciones estímulares apetitivas pueden activar a los mecanismos mediadores del sistema nervioso, de tal forma que pueden producir alteraciones en el funcionamiento de un organismo.

Entre las escasas investigaciones que han utilizado los estímulos apetitivos como situaciones estímulares para conocer las relaciones cardiosomáticas, se encuentra un estudio realizado por Webb y Obrist (1967) con perros, utilizando el paradigma de condicionamiento clásico apetitivo, en el que apareaban un EC con comida. Los resultados de este estudio mostraron que las correlaciones entre la tasa cardíaca y la actividad somática fueron generalmente más pequeñas que las obtenidas con estímulos aversivos. Aunque este estudio verificó la hipótesis de acoplamiento cardiosomático, sin embargo, fue insuficiente para determinar unas claras relaciones entre las medidas cardiovasculares y somáticas, ya que se limitó a comprobar estas relaciones utilizando exclusivamente respuestas fásicas, no situaciones estímulares tónicas y continuas.

El objetivo general de esta investigación es verificar, de nuevo, las hipótesis de acoplamiento y desacoplamiento entre medidas cardiovasculares y somáticas, utilizando esta vez programas de intervalo

variable contingente y no contingente como situaciones de enfrentamiento a una estimulación apetitiva, registrándose la actividad de varias medidas fisiológicas, tanto cardiovasculares como somáticas.

Los objetivos concretos de esta investigación fueron los siguientes:

1. Comprobar si la situación experimental, con un programa de reforzamiento positivo, es también homogénea y no varía a lo largo de cada fase.

2. Comprobar si existen diferencias estadísticas significativas entre las dos situaciones de enfrentamiento (activo y pasivo) en cada una de las respuestas fisiológicas registradas.

3. Verificar la hipótesis de acoplamiento cardiosomático, utilizando esta vez un programa de intervalo variable no contingente como situación de enfrentamiento pasivo.

4. Verificar la hipótesis de desacoplamiento cardiosomático, utilizando un programa de intervalo variable contingente como situación de enfrentamiento activo.

Método

Sujetos

En la realización de este experimento participaron 15 sujetos varones, todos ellos estudiantes de primer curso de Psicología de la Universidad Nacional de Educación a Distancia, siendo voluntaria su participación en el experimento. La media de edad de la muestra fue de 31,2 años, con una dispersión entre 24 y 42 años.

En la preselección se eligió al azar a 18 sujetos entre los alumnos varones de primer curso. A todos ellos se les pasó previamente un cuestionario general, donde eran preguntados acerca de sus características personales y si padecían algún tipo de enfermedad, trastorno o defecto físico. Mediante este cuestionario se eliminó a tres sujetos: uno por indicar el padecimiento de un trastorno respiratorio (enfisema pulmonar), otro por manifestar un problema de tiroides con medicación diaria, y el último por sobrepasar ampliamente los límites de edad establecidos para esta muestra. El resto de los sujetos manifestaron en el cuestionario no haber estado en tratamiento médico y/o psiquiátrico en los últimos años, ni consumir habitualmente ningún tipo de medicamento.

Instrumentos

a) *Instrumentos para la generación y control de las situaciones estímulares*

- a.1) Microcomputador TRS-80 (Marca: Radio Shack).

- a.2) Programa de software «VISPAN/BAS», compuesto por tres subprogramas: 1) descanso, 2) intervalo variable contingente, y 3) intervalo varia-

ble no contingente. Este programa fue realizado en el Instituto Max Planck de Psiquiatría (Sección Psicología), Munich (RFA) en 1983, para el proyecto de investigación IBS. Su adaptación a la versión española fue realizada por la doctora Beatriz García Rodríguez.

b) *Instrumentos para la recogida de las respuestas fisiológicas*

b.1) Para el registro de la mayoría de las respuestas fisiológicas se utilizó un polígrafo DGS de seis canales con proyección, modelo: LA 76062 (Marca: Lafayette); registrándose las siguientes medidas:

b.1.1) *Tasa Cardíaca (TC)*: Esta medida fue obtenida a través del módulo 1 del polígrafo (Módulo ECG: Electrocardiograma). Se utilizaron tres electrodos de superficie: dos electrodos de tipo taza de 1 cm de diámetro, uno colocado en el tórax y el otro en la espalda; y un electrodo tipo plancha (electrodo de referencia) de 45 x 20 mm, que se situó en la pierna derecha. Se aplicó pasta electrolítica entre las cavidades huecas y/o lisas de los electrodos y la superficie de la piel.

b.1.2) *Respuesta Electromiográfica (EMG)*: Esta respuesta fue obtenida por el módulo 4 del polígrafo (Módulo EMG: Electromiograma), a través del canal de EMG integrado a un nivel de 0,2 s. Se utilizaron tres electrodos de superficie de tipo taza de 1 cm de diámetro cada uno, que se colocaban en el músculo frontal (frente) del sujeto a una distancia entre sí de un centímetro aproximadamente, situando el electrodo de referencia en el centro. Se aplicó pasta electrolítica entre la cavidad hueca de los electrodos y la superficie de la piel.

b.1.3) *Respuesta Respiratoria (Ref y REa)*: Con esta respuesta se midieron los dos principales parámetros respiratorios: la frecuencia respiratoria y la amplitud respiratoria. Ambos parámetros fueron registrados simultáneamente por el módulo 6 del polígrafo (Módulo TEMP: Temperatura), a través de un termistor instalado en la cavidad nasal derecha del sujeto. Con este termistor se transmitían al registro gráfico las variaciones de respiración (frecuencia y amplitud) debidas a los cambios de temperatura producidos por la inhalación y exhalación del aire del sujeto al respirar.

b.2) Para el registro de la presión arterial se utilizó un esfigmomanómetro digital, modelo DS-55P (utilizando el sistema RIVA-ROCCI, de auscultación electrónica), con un rango de medición desde 0 a 300 mm de Hg, y con una precisión de medida de presión de ± 3 mm de Hg. Con este aparato se registró la presión sanguínea sistólica (PSS) y la presión sanguínea diastólica (PSD).

c) *Instrumentos para el registro de respuesta y refuerzos operantes*

c.1) Monitor auxiliar (Marca: Zenith), conectado con el microcomputador central.

c.2) Aguja auxiliar marcadora del polígrafo, utilizada para el registro de las respuestas y refuerzos obtenidos por el sujeto experimental.

Diseño

Se trata de un diseño experimental intrasujetos, con dos variables independientes: enfrentamiento activo y enfrentamiento pasivo, multivariado con ocho variables dependientes: 6 fisiológicas y 2 conductuales. Este experimento constaba de cuatro fases:

- Fase 1: Descanso (10 minutos).
- Fase 2: Enfrentamiento activo (10 minutos).
- Fase 3: Descanso (10 minutos).
- Fase 4: Enfrentamiento pasivo (10 minutos).

— *Variables independientes*: En este experimento, las variables independientes fueron las dos formas de enfrentamiento a la situación estimular:

- *Enfrentamiento activo (Fase 2)*: En esta situación el sujeto experimental fue activo, su objetivo fue realizar la tarea operante lo mejor y lo más rápidamente posible, con el fin de conseguir el mayor número de refuerzos positivos («ganancia de puntos»). La tarea operante fue un video-juego, simulando un programa de recompensa de intervalo variable contingente (subprograma 2 del VISPAN/BAS), con los siguientes parámetros: IV 30 segundos (variable entre 20 y 40 s), y con una duración de 10 minutos.

- *Enfrentamiento pasivo (Fase 4)*: En esta situación el sujeto experimental fue pasivo, su misión fue observar en la pantalla del monitor cómo realizaba el microcomputador la tarea operante por él, sabiendo que la ganancia de puntos que se presentaba en el monitor era sumada a los puntos obtenidos por él mismo en la fase experimental anterior (fase 2). Se utilizó un programa de recompensa de intervalo variable no contingente (subprograma 3 del VISPAN/BAS). Este programa reproduce la actuación del sujeto en la fase experimental anterior, almacenada previamente en la memoria del microcomputador, repitiendo en la pantalla del monitor la misma actuación del sujeto sin que éste tuviera la posibilidad de poder intervenir en él. La única implicación del sujeto experimental, aunque ésta fuera pasiva, fue que los refuerzos positivos aparecidos en el monitor («ganancia de puntos») fueron realmente sumados a su puntuación personal.

— *Variables dependientes*: Hubo dos tipos de variables dependientes: variables fisiológicas y variables conductuales.

- *Variables fisiológicas*: Se registró la actividad de las seis respuestas fisiológicas indicadas en el apartado de instrumentos.

- *Tasa cardíaca (TC)*: Se midió la frecuencia de los latidos cardiacos en periodos de 1 minuto.

- *Respuesta electromiográfica (EMG)*: Se midió la actividad eléctrica asociada con la contracción muscular (músculo frontal) en microvoltios (μ V), también en periodos de 1 minuto.

- *Frecuencia respiratoria (Ref)*: Se contabilizaron los ciclos completos de respiración en periodos de 1 minuto.

- *Amplitud respiratoria (REa)*: Se midió la ampli-

tud media de los ciclos respiratorios en milímetros (mm), también en períodos de 1 minuto.

- *Presión sanguínea sistólica (PSS)*: Se midió la presión sanguínea sistólica en milímetros de mercurio (mm Hg), en períodos de 10 minutos.

- *Presión sanguínea diastólica (PSD)*: Se midió la presión sanguínea diastólica en milímetros de mercurio (mm Hg), también en períodos de 10 minutos.

— *Variables conductuales*:

- *Tasa de respuestas*: Se contabilizó el número de respuestas emitidas por cada uno de los sujetos, en períodos de 1 minuto (respuestas/minuto).

- *Tasa de refuerzos*: Se contabilizó el número de refuerzos obtenidos por cada uno de los sujetos, en períodos de 1 minuto (refuerzos/minuto).

Es conveniente recordar que las tasas de respuestas y de refuerzos fueron idénticas en las fases 2 y 4, ya que el microcomputador se encargaba de repetir en la fase 4 la actuación del sujeto en la fase 2.

Procedimiento

Toda la prueba experimental se realizó en el laboratorio de la Facultad de Psicología de la UNED.

El experimento constaba de cuatro fases:

— *Fase 1*: Esta fase era de descanso, en ella el sujeto no tenía que hacer nada, solamente observar el monitor para leer las instrucciones de la siguiente fase. Duraba 10 minutos, y nos servía para registrar el nivel basal de las distintas respuestas fisiológicas.

— *Fase 2*: En esta fase, el sujeto experimental tenía que realizar la tarea operante. Esta consistía en un video-juego muy sencillo que duraba 10 minutos, en el cual aparecían en la pantalla del monitor dos líneas continuas que avanzaban en sentido contrario y tendían a juntarse; y una palabra: «izquierda» o «derecha». La tarea del sujeto consistía únicamente en intentar parar estas líneas inmediatamente antes de que se juntaran, para lo cual tenía que pulsar en el mando de respuestas la tecla de la izquierda o la derecha, según apareciese en la pantalla la palabra «izquierda» o «derecha». Los refuerzos fueron administrados por el programa, y aparecían en la pantalla del monitor con la frase: «Ganancia de 1 punto». Estos aparecían con un tiempo variable, dependiendo de las respuestas correctas emitidas por el sujeto. El objetivo del sujeto fue obtener los máximos puntos posibles.

— *Fase 3*: Otra fase de descanso de 10 minutos, en la que se registraba, otra vez, el nivel basal de todas las respuestas fisiológicas.

— *Fase 4*: En esta fase el sujeto permanecía pasivo, solamente tenía que observar cómo el microcomputador realizaba la tarea operante por él. Aunque el sujeto no podía hacer nada para modificar la tarea, sí se le implicaba directamente, ya que se le informaba que los refuerzos positivos que aparecían en la pantalla realmente eran sumados a su puntua-

ción personal conseguida en la fase anterior. Aunque, como hemos dicho anteriormente, la tarea operante era la misma que en la fase 2, ninguno de los sujetos experimentales se percató de ello.

Resultados

Antes de presentar los resultados obtenidos, debemos señalar dos cuestiones importantes acerca de las puntuaciones y la forma de registro de las medidas fisiológicas.

1. Todas las puntuaciones directas registradas en las distintas medidas fisiológicas fueron transformadas en puntuaciones medias de cambio. Nos referimos con puntuaciones medias de cambio, a los aumentos o disminuciones obtenidos de restar a las puntuaciones directas medias de las fases experimentales (fases 2 y 4), las puntuaciones directas medias de la fase de línea base (fase 3: descanso).

El motivo de utilizar exclusivamente puntuaciones medias de cambio en el análisis de los datos, se debió a tres cuestiones: a) porque las puntuaciones medias de cambio contienen mayor información, ya que llevan implícita su relación con los niveles basales; b) porque facilitan enormemente el análisis estadístico, ya que se reduce el número de puntuaciones a analizar, y c) porque son el tipo de puntuaciones utilizadas por Obrist y colaboradores en la mayoría de sus investigaciones.

2. Hemos realizado dos tipos distintos de registros con las respuestas fisiológicas: a) *registros continuos*: registros ininterrumpidos a lo largo de los diez minutos de duración de cada fase, consiguiendo puntuaciones medias de cambio por minuto. Con este tipo de registros continuos hemos obtenido las siguientes medidas: tasa cardíaca, frecuencia respiratoria, amplitud respiratoria y respuesta electromiográfica; b) *registros totales*: registros realizados cada diez minutos, consiguiéndose puntuaciones medias de cambio totales. Con este tipo de registros hemos obtenido las siguientes medidas: presión sanguínea sistólica y presión sanguínea diastólica. El motivo de la utilización de registros totales con estas dos medidas viene dado por las dificultades y limitaciones técnicas y psicológicas que presenta el registro directo y continuo de las medidas de presión arterial.

Debemos señalar que las puntuaciones medias de cambio por minuto pueden y fueron transformadas, en algunas ocasiones, en puntuaciones medias de cambio totales, según los objetivos planteados, no siendo posible a la inversa.

A continuación mostraremos los resultados obtenidos en cada uno de los objetivos propuestos.

Primer objetivo: Comprobar si la situación experimental proporcionada por el programa de intervalo variable era una situación conductual homogénea a lo largo de la fase, y por consiguiente no variaba significativamente durante los 10 minutos de duración de la misma.

Para comprobar este objetivo utilizamos las medidas conductuales registradas en los sujetos durante la realización de la tarea operante: la tasa de respuestas y la tasa de refuerzos.

Realizamos dos análisis de varianza (tipo ANOVA), con un solo factor y 10 variables (1 por cada minuto de medición), y 15 casos por variable (número de sujetos); uno con las tasas respuestas y el otro con las tasas de refuerzos.

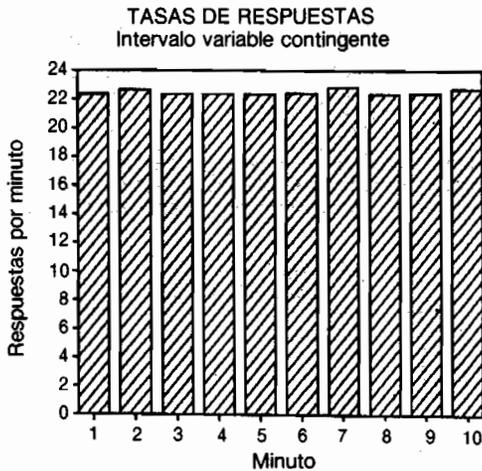


Figura 1. Tasas de respuestas, de todos los sujetos por minuto.

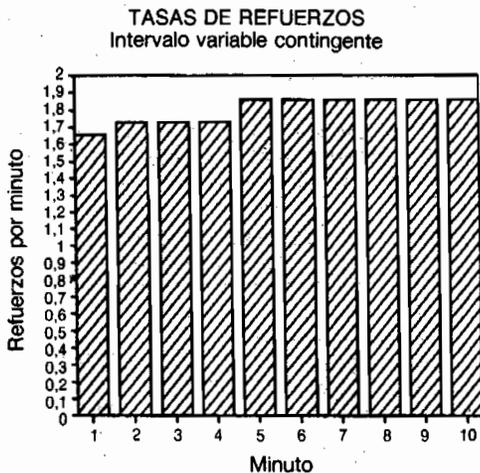


Figura 2. Tasas de refuerzos, de todos los sujetos por minuto.

Los resultados obtenidos en cada análisis fueron los siguientes:

Tasa de respuestas: $F(9,140) = 0,310$;
 $p = 0,9707$
 Tasa de refuerzos : $F(9,140) = 0,469$;
 $p = 0,8935$

Estos resultados nos indican que no existen diferencias significativas entre las respuestas y entre los refuerzos obtenidos, de todos los sujetos a lo largo de la fase experimental. Por lo cual, podemos considerar al programa de intervalo variable utilizado en este experimento como una situación experimental homogénea desde el comienzo hasta el final de la fase.

Segundo objetivo: Comprobar si existen diferencias estadísticas significativas entre la situación de enfrentamiento activo (programa contingente) y la situación de enfrentamiento pasivo (programa no contingente), para cada una de las respuestas fisiológicas registradas.

Para comprobar este objetivo realizamos dos análisis distintos: uno con las puntuaciones medias de cambio totales en las seis medidas fisiológicas, y otro con las puntuaciones medias de cambio por minuto de las cuatro medidas fisiológicas de registro continuo.

— *Análisis 1:* La prueba estadística elegida para este análisis fue la prueba *t* para muestras relacionadas. Comparamos las puntuaciones medias de cambio totales obtenidas por todos los sujetos entre la fase 2 de enfrentamiento activo (contingente) y la fase 4 de enfrentamiento pasivo (no contingente), para cada una de las respuestas fisiológicas registradas.

Los resultados obtenidos en cada medida fueron los siguientes:

Tasa cardíaca (Fig. 3)	: $t = 6,05$	$p < 0,001$
Frecuencia respiratoria (Fig. 4)	: $t = 3,381$	$p < 0,01$
Presión s. sistólica (Fig. 5)	: $t = 2,812$	$p < 0,01$
Presión s. diastólica (Fig. 6)	: $t = 0$	$p = 0,5$
EMG (Fig. 7)	: $t = 0,39$	$p = 0,351$
Amplitud respiratoria (Fig. 8)	: $t = -0,738$	$p = 0,236$

Con este primer análisis podemos afirmar que tres medidas fisiológicas: tasa cardíaca (Fig. 3), frecuencia respiratoria (Fig. 4) y la presión sanguínea sistólica (Fig. 5) presentan diferencias estadísticas significativas entre las dos fases. Las otras tres medidas fisiológicas: presión sanguínea diastólica (Fig. 6), EMG (Fig. 7) y amplitud respiratoria (Fig. 8) no mostraron diferencias significativas entre la fase contingente (activa) y la fase no contingente (pasiva).

— *Análisis 2:* La prueba estadística elegida para este segundo análisis fue también la prueba *t* para muestras relacionadas, pero en este caso comparamos las puntuaciones medias de cambio por minuto, obtenidas por todos los sujetos en cada minuto, entre la fase 2 de enfrentamiento activo (contingente) y la fase 4 de enfrentamiento pasivo (no contingente); solamente para las cuatro medidas de registro continuo.

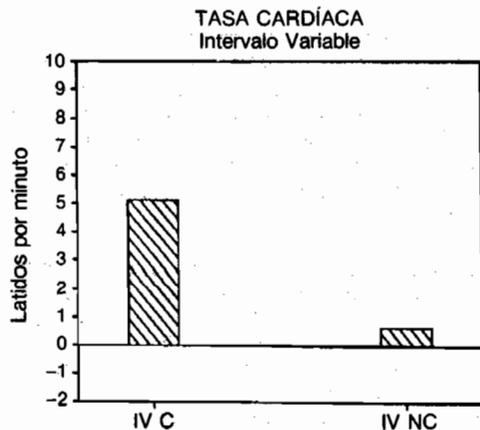


Figura 3. Puntuaciones medias de cambio totales de la tasa cardíaca, en las fases de Intervalo Variable contingente (IV C) e Intervalo Variable no contingente (IV NC).

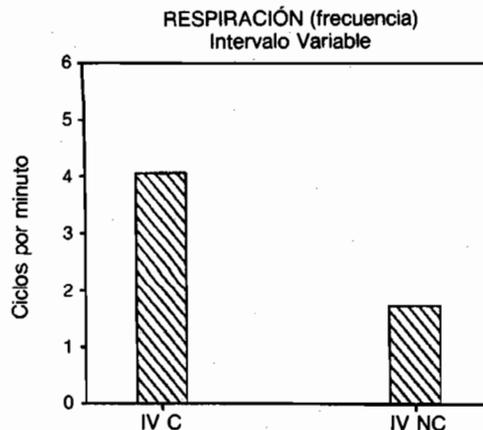


Figura 4. Puntuaciones medias de cambio totales de la frecuencia respiratoria, en las fases de Intervalo Variable contingente (IV C) e Intervalo Variable no contingente (IV NC).

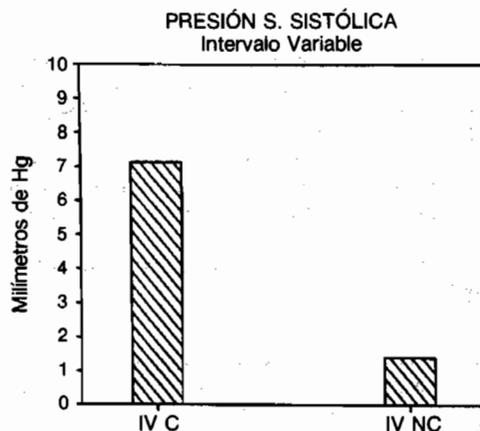


Figura 5. Puntuaciones medias de cambio totales de la presión sanguínea sistólica, en las fases de Intervalo Variable contingente (IV C) e Intervalo Variable no contingente (IV NC)

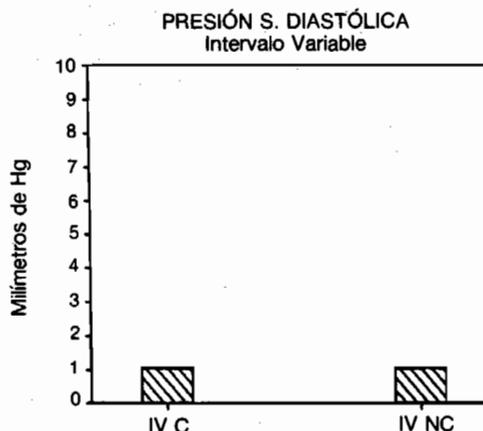


Figura 6. Puntuaciones medias de cambio totales de la presión sanguínea diastólica, en las fases de Intervalo Variable contingente (IV C) e Intervalo Variable no contingente (IV NC).

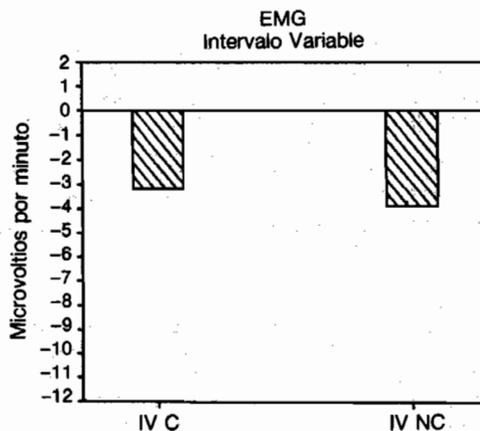


Figura 7. Puntuaciones medias de cambio totales de la respuesta electromiográfica, en las fases de Intervalo Variable contingente (IV C) e Intervalo Variable no contingente (IV NC)

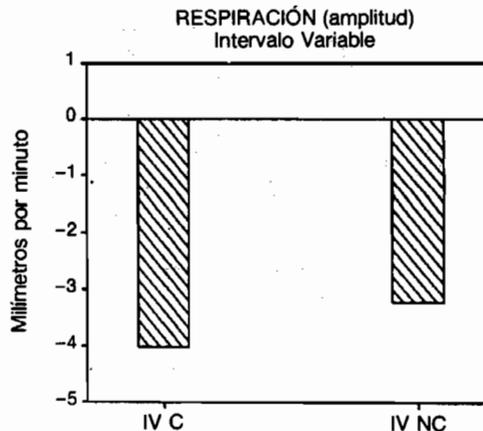


Figura 8. Puntuaciones medias de cambio totales de la amplitud respiratoria, en las fases de Intervalo Variable contingente (IV C) e Intervalo Variable no contingente (IV NC)

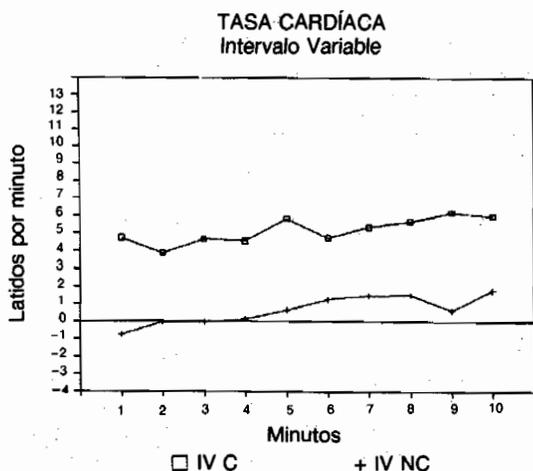


Figura 9. Puntuaciones medias de cambio por minuto de la tasa cardíaca, en la fase contingente (IV C) y en la fase no contingente (IV NC)

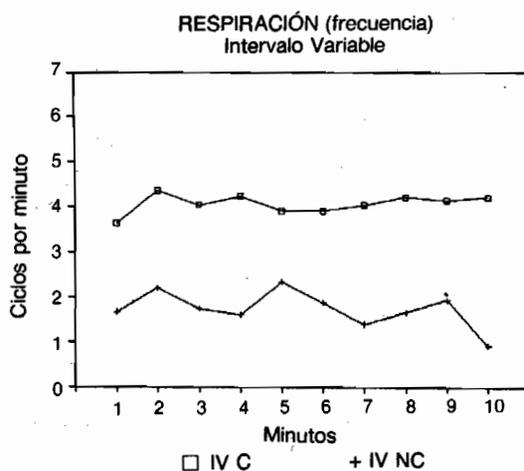


Figura 10. Puntuaciones medias de cambio por minuto de la frecuencia respiratoria, en la fase contingente (IV C) y en la fase no contingente (IV NC)

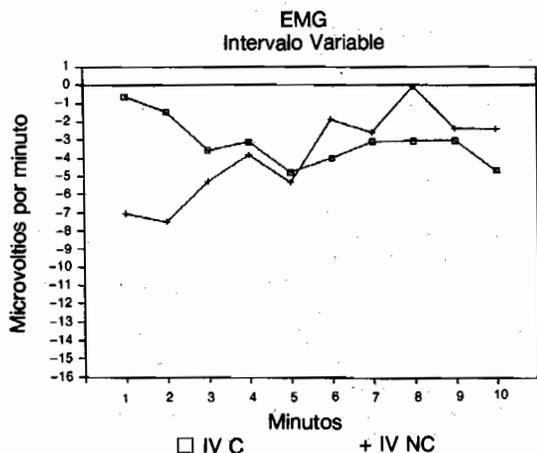


Figura 11. Puntuaciones medias de cambio por minuto de la respuesta electromiográfica, en la fase contingente (IV C) y en la fase no contingente (IV NC)

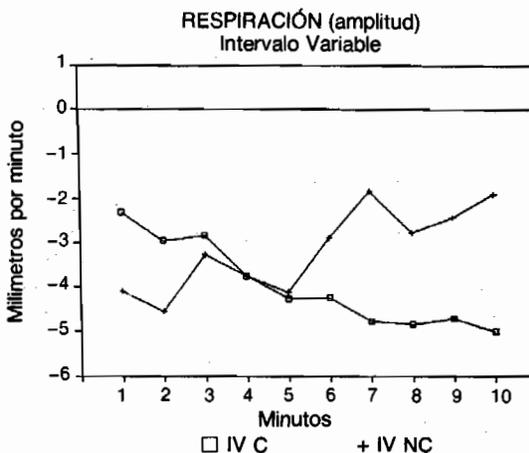


Figura 12. Puntuaciones medias de cambio por minuto de la amplitud respiratoria, en la fase contingente (IV C) y en la fase no contingente (IV NC)

Los resultados obtenidos en estas cuatro medidas fueron los siguientes:

Tasa cardíaca (Fig. 9)	: t = 20,087	p < 0,001
Frecuencia respiratoria (Fig. 10)	: t = 15,647	p < 0,001
EMG (Fig. 11)	: t = 0,653	p = 0,264
Amplitud respiratoria (Fig. 12)	: t = -1,414	p = 0,095

Con este segundo análisis volvemos a encontrar que tanto el EMG (Fig. 11) como la amplitud respiratoria (Fig. 12) no presentan diferencias significativas entre la fase contingente (activa) y la fase no contingente (pasiva), observándose también una clara inflexión en la mitad de la fase en estas dos medidas. Sin embargo, la tasa cardíaca (Fig. 9) y la frecuencia

respiratoria (Fig. 10) sí mostraron claras diferencias significativas entre ambas fases.

Tercer objetivo: Verificar la hipótesis de acoplamiento cardiosomático de Obrist, utilizando un programa de intervalo variable no contingente como situación de enfrentamiento pasivo.

Para conseguir este objetivo escogimos como instrumento estadístico el coeficiente de correlación de rango de Spearman (r_s), ya que es la prueba estadística más apropiada para encontrar una relación entre medidas fisiológicas de distinta magnitud.

En primer lugar, realizamos una matriz de correlaciones con las puntuaciones medias de cambio totales de cada sujeto, entre todas las medidas fisiológicas utilizadas en esta investigación, en la fase no contingente.

Los valores de las correlaciones obtenidas en esta matriz fueron los siguientes:

Matriz de Correlaciones
Fase 4. Intervalo Variable no contingente

	TC	REf	PSS	PSD	EMG
REf	0,304				
PSS	0,093	-0,218			
PSD	0,044	-0,037	0,231		
EMG	-0,211	-0,217	-0,263	0,239	
REa	0,227	-0,596 (**)	0,462 (*)	-0,086	-0,260

* $p < 0,05$.
** $p < 0,01$.

En función de estos resultados se puede observar una única correlación significativa entre las medidas cardiovasculares y somáticas: la correlación entre la presión sanguínea sistólica y la amplitud respiratoria ($r_s = 0,462$; $p < 0,05$). También se puede observar la lógica correlación inversa pero significativa entre la amplitud y la frecuencia respiratoria ($r_s = -0,596$; $p < 0,01$).

Sin embargo, no se encontró correlación significativa entre la tasa cardíaca y el EMG ($r_s = -0,211$), como era de esperar para comprobar la hipótesis de acoplamiento.

En vista de estos resultados, nos vimos obligados a realizar otra matriz de correlaciones, pero esta vez con las puntuaciones medias de cambio por minuto; y también representamos gráficamente la actividad de las dos medidas cardiosomáticas más representativas; es decir, la tasa cardíaca y el EMG, utilizando esas mismas puntuaciones pero transformadas en puntuaciones típicas (puntuaciones z), con el fin de representarlas con la misma escala (Fig. 13).

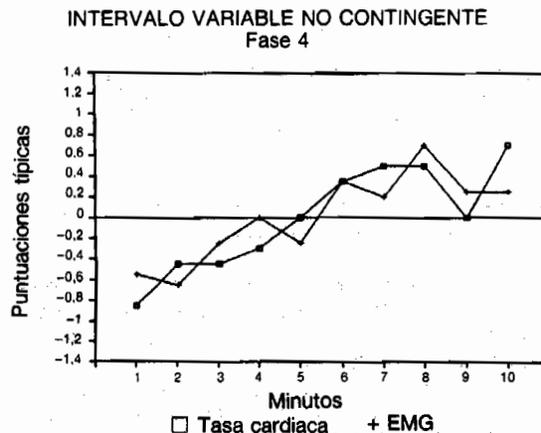


Figura 13. Relación entre la tasa cardíaca y la respuesta electromiográfica en la fase de Intervalo Variable no contingente, en puntuaciones típicas

Los valores de las correlaciones obtenidos con la nueva matriz fueron los siguientes:

Matriz de correlaciones
Fase 4. Intervalo Variable no contingente.
Puntuaciones medias de cambio por minuto

	TC	REf	EMG
REf	-0,499		
EMG	0,741 (**)	-0,345	
REa	0,711 (*)	-0,648 (*)	0,745 (**)

* $p < 0,025$.
** $p < 0,01$.

En esta ocasión, los resultados encontrados sí resultan mucho más favorables para nuestro objetivo. En primer lugar, encontramos dos correlaciones significativas entre medidas cardiovasculares y somáticas: la correlación entre la tasa cardíaca y el EMG ($r_s = 0,741$; $p < 0,01$), y la correlación entre la tasa cardíaca y la amplitud respiratoria ($r_s = 0,711$; $p < 0,025$); las cuales sí verifican esta vez la hipótesis de acoplamiento cardiosomático de Obrist. Por otro lado, encontramos otras dos correlaciones significativas entre medidas somáticas: la correlación entre el EMG y la amplitud respiratoria ($r_s = 0,745$; $p < 0,01$), y la lógica correlación inversa pero significativa entre la amplitud y la frecuencia respiratoria ($r_s = -0,648$; $p < 0,025$).

Cuarto objetivo: Verificar la hipótesis de desacoplamiento cardiosomático de Obrist, utilizando un programa de intervalo variable contingente como situación de enfrentamiento activo.

Para conseguir este último objetivo, realizamos una matriz de correlaciones con las puntuaciones medias de cambio totales de cada sujeto entre todas las medidas fisiológicas, pero esta vez con las puntuaciones de la fase contingente.

Los valores de las correlaciones obtenidas en esta matriz fueron las siguientes:

Matriz de Correlaciones
Fase 2. Intervalo Variable contingente

	TC	REf	PSS	PSD	EMG
REf	-0,142				
PSS	0,230	0,125			
PSD	-0,484 (*)	0,228	-0,286		
EMG	-0,492 (*)	0,060	0,188	0,330	
REa	0,153	-0,625 (**)	0,413	-0,249	0,064

* $p < 0,05$.
** $p < 0,01$.

En función de estos resultados se puede observar una importante correlación significativa, pero inversa, entre la tasa cardíaca y el EMG ($r_s = -0,492$; $p < 0,05$), lo cual verifica claramente la hipótesis de desacoplamiento cardiosomático. También es de destacar la correlación inversa y significativa entre la tasa cardíaca y la presión sanguínea diastólica ($r_s = -0,484$; $p < 0,05$). Y cómo no, la correlación

inversa y significativa entre la amplitud y la frecuencia respiratoria ($r_s = -0,625$; $p = < 0,01$).

Para comprobar gráficamente estos resultados, representamos esta relación inversa entre la tasa cardíaca y el EMG, pero utilizando las puntuaciones medias de cambio por minuto transformadas en puntuaciones típicas, a la vez que realizamos una nueva correlación entre estas dos medidas, con dichas puntuaciones.

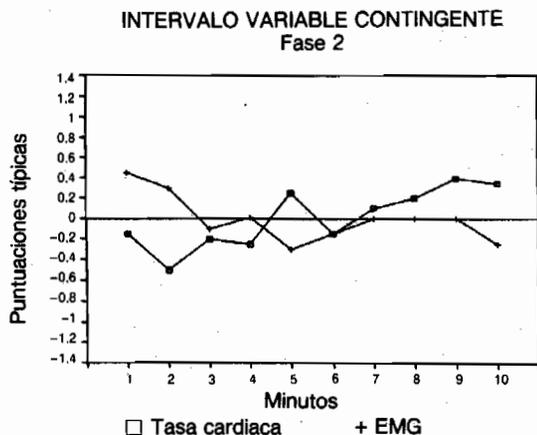


Figura 14. Relación entre la tasa cardíaca y la respuesta electromiográfica en la fase de Intervalo Variable contingente, en puntuaciones típicas

El valor obtenido de la correlación entre la tasa cardíaca y el EMG en puntuaciones típicas fue $r_s = -0,267$, no siendo significativa estadísticamente esta vez. Este resultado nos confirma la hipótesis de desacoplamiento cardiosomático.

Discusión

El objetivo principal de esta investigación fue comprobar las hipótesis de acoplamiento y desacoplamiento entre medidas cardiovasculares y somáticas, utilizando programas operantes de recompensa como paradigmas experimentales de situaciones estimulantes.

Para ello nos planteamos cuatro objetivos específicos, que a partir de los resultados obtenidos vamos a realizar las siguientes indicaciones y aclaraciones:

— Los resultados derivados del primer objetivo demuestran que tanto la tasa de respuestas como la tasa de refuerzos, se mantienen uniformes y no varían a través del tiempo de duración del experimento, como se puede comprobar por la ausencia de diferencias significativas en los dos análisis de varianza. A este mismo resultado llegamos con la utilización de programas operantes de refuerzo negativo (programa de evitación de Sidman) (Menéndez, 1987 y 1988; Menéndez y Sanz, 1988a y 1988b).

El hecho de contar con una situación estimular homogénea, nos ofrece una ventaja con respecto a los experimentos realizados por Obrist y colaboradores, ya que se pueden crear unas condiciones experimentales más apropiadas para el estudio de las variaciones tónicas de las medidas fisiológicas. Así, cuanto más homogénea sea la situación estimular, mayores garantías tenemos de que las variaciones fisiológicas sean debidas a alteraciones dentro del organismo, y no a influencias exógenas del medio ambiente.

Obrist y colaboradores (Obrist et al., 1974 y 1978) utilizaban situaciones estimulantes que carecían de cuantificación objetiva sobre el nivel de actividad y de estimulación al que exponían a los sujetos; por ejemplo, utilizaban las pruebas del «cold pressor» o la observación de una película pornográfica. En cambio, los programas operantes nos ofrecen la posibilidad de contar con medidas objetivas del grado de actividad y del nivel de estimulación al que sometemos al sujeto en la situación experimental. Además, nos permiten realizar un análisis comparativo entre situaciones de enfrentamiento activo y pasivo, mucho más adecuado que los realizados por el equipo de Obrist (Obrist, 1976 y 1981).

— Los resultados observados en el segundo objetivo nos permiten comprobar las variaciones proporcionadas por cada situación de enfrentamiento en las distintas medidas fisiológicas. Las dos situaciones estimulantes proporcionadas por el programa de recompensa ejercen en los sujetos diferentes variaciones fisiológicas debido a la mayor o menor dominancia de las ramas simpáticas y parasimpáticas del SNA, derivadas de la estimulación. Estas situaciones han sido estudiadas en condiciones aver-sivas (Obrist, 1968 y 1969; Obrist et al., 1969, 1970a, 1970b y 1978; Menéndez, 1987; etc.), pero pocos han sido los estudios con condiciones estimulantes apetitivas.

En dos de las tres medidas cardiovasculares (tasa cardíaca y PSS) se observaron diferencias estadísticas significativas entre las situaciones de enfrentamiento activo y pasivo, debido al incremento de actividad en la fase contingente y a la disminución de actividad en la fase no contingente. En la presión sanguínea diastólica, los efectos observados fueron muy distintos de las otras dos medidas cardiovasculares; ya que no se encontró ninguna diferencia entre la fase activa y pasiva, siendo el valor t de cero. Este resultado es muy parecido al obtenido por Obrist, Light, McCubbin, Hutcheson y Hofer (1979), en un estudio en el que se demostró la ausencia de variación de la presión sanguínea diastólica entre las dos situaciones de enfrentamiento.

En dos de las tres medidas somáticas (EMG y amplitud respiratoria) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las dos situaciones de enfrentamiento, debido a la poca influencia simpática en la fase activa y a la inhibición o disminución moderada en la fase pasiva. En cambio, en la frecuencia respiratoria los resultados muestran una

clara diferencia entre ambas formas de enfrentamiento.

Resultados parecidos a éstos fueron encontrados con el programa de evitación de Sidman (Menéndez, 1987; Menéndez y Sanz, 1988a y 1988b), excepto para la presión sanguínea diastólica, que en aquel caso presentaba diferencias claras, y en este caso, con un programa de recompensa, esas diferencias no existían.

— Los resultados obtenidos con el tercer objetivo demuestran la verificación de la hipótesis de acoplamiento cardiosomático con situaciones estímulares apetitivas, aunque hay que reconocer que los resultados en este caso fueron menos consistentes que los encontrados con situaciones estímulares aversivas (Menéndez, 1987; Menéndez y Sanz, 1988a y 1988b).

A resultados parecidos, aunque conseguidos con diferente metodología, llegaron Webb y Obrist (1967) en un experimento realizado con perros usando un condicionamiento clásico de recompensa.

La explicación más lógica, con respecto a esta relación menos consistente entre las medidas cardiovasculares y somáticas, en situaciones estímulares apetitivas, es a causa de una menor influencia vagal en las medidas cardiovasculares, ya que el nervio vago del sistema nervioso parasimpático ejerce menos influencia en el corazón en un enfrentamiento pasivo a una situación apetitiva. En nuestra investigación se muestra una ausencia de acoplamiento en uno de los análisis realizados.

— Los resultados derivados del cuarto y último objetivo sí confirman claramente la hipótesis de desacoplamiento cardiosomático, especialmente entre la tasa cardíaca y el EMG, ya que los valores obtenidos demuestran una relación opuesta entre ambas medidas en la fase activa; es decir, que a un aumento en la actividad de la tasa cardíaca le corresponde una disminución en la actividad electromiográfica.

Estos valores directamente opuestos entre la tasa cardíaca y el EMG fueron igualmente encontrados en un experimento realizado por Obrist y otros (1974). En dicho experimento se encontró una independencia entre los cambios somáticos y cardíacos cuando los efectos simpáticos fueron más pronunciados, es decir, en una situación de enfrentamiento activo. Compararon la tasa cardíaca con tres medidas somáticas; en esa situación, los valores de la primera aumentaron entre un 45 y un 130 por 100 por encima de los niveles basales; en cambio, en las tres medidas somáticas se presentaron disminuciones claras y evidentes, oscilando los porcentajes de cambio entre un -5 por 100 para la actividad somática general, un -7 por 100 para el EMG, y un -42 por 100 para la actividad del movimiento de los ojos.

Al igual que con el programa operante de reforzamiento negativo (Menéndez, 1987 y 1988; Menéndez y Sanz, 1988a y 1988b) se verificó de nuevo la hipótesis de desacoplamiento cardiosomático en situaciones de enfrentamiento activo.

En resumen, la presente investigación confirma los resultados obtenidos por Obrist y colaboradores (1968-1986), utilizando como paradigmas experimentales, programas de intervalo variable homogéneos y comparables, como procedimientos de enfrentamiento activo y pasivo para estudiar las relaciones cardiosomáticas ante una misma situación estimular apetitiva.

Referencias

- Allen, M. T.; Sherwood, A., y Obrist, P. A. (1986): Interactions of respiratory and cardiovascular adjustments to behavioral stressors, *Psychophysiology*, 23, 532-541.
- Brady, J. V. (1966): Operant methodology and the production of altered physiological states. En W. K. Honing (dir.): *Operant Behavior: Areas of Research and Applications*, New York, Meredith Corporation.
- Cohen, M. J., y Johnson, H. J. (1971): Relationship between heart rate and muscular activity within a classical conditioning paradigm, *Journal of Experimental Psychology*, 90, 222-226.
- Grossman, P. (1983): Respiration, stress and cardiovascular function, *Psychophysiology*, 20, 284-300.
- Hastings, S. E., y Obrist, P. A. (1967): Heart rate during conditioning in humans: Effect of varying the interstimulus (CS-UCS) interval, *Journal of Experimental Psychology*, 74, 431-442.
- Hollandsworth, J. G.; Gintner, G. G.; Ellender, B. S., y Rectanus, E. F. (1984): O₂ consumption, heart rate and subjective ratings under conditions of relaxation and active coping, *Behaviour Research and Therapy*, 22(3), 281-288.
- Lacey, B. C., y Lacey, J. I. (1980): Sensorimotor behaviour and cardiac activity. En I. Martin, y P. H. Venables (eds.): *Techniques in Psychophysiology*, Chichester, John Wiley.
- Light, K. C., y Obrist, P. A. (1983): Task difficulty, heart rate reactivity, and cardiovascular responses to an appetitive reaction time task, *Psychophysiology*, 20(3), 301-312.
- Menéndez Balañá, F. J. (1987): Estudios de los métodos operantes como paradigmas experimentales: Aplicación a las hipótesis de acoplamiento y desacoplamiento entre medidas cardiovasculares y somáticas. Tesis Doctoral no publicada, Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Menéndez Balañá, F. J. (1988): Métodos operantes como paradigmas experimentales en el estudio del acoplamiento-desacoplamiento de medidas cardiosomáticas. En J. Santacreu (Comp.): *Modificación de conducta y Psicología de la salud*, Valencia, Editorial Promolibro.
- Menéndez Balañá, F. J., y Sanz Aparicio, M. T. (1988a): Physiological correlates of cardiac-somatic responses during performance under active and passive Sidman avoidance schedules in humans, Paper presentado en el Second European Meeting on the Experimental Analysis of Behaviour, Lieja (Bélgica), julio de 1988.
- Menéndez Balañá, F. J., y Sanz Aparicio, M. T. (1988b): Cardiac-somatic relationships during contingents and non-contingents operant procedures in humans, Paper presentado en el XXIV International Congress of Psychology, Sydney (Australia), agosto-septiembre de 1988.
- Menéndez Balañá, F. J., y Sanz Aparicio, M. T. (1988c): Heart rate and EMG changes performance under active and passive variable-interval schedules in humans, Paper presentado en el Second European Meeting on the

- Experimental Analysis of Behaviour, Lieja (Bélgica), julio de 1988.
- Obrist, P. A. (1968): Heart rate and somatic-motor coupling during classical aversive conditioning in humans, *Journal of Experimental Psychology*, 77, 180-193.
- Obrist, P. A. (1976): The cardiovascular-behavioral interaction, as it appears today. Presidential Address, 1975, *Psychophysiology*, 13, 95-107.
- Obrist, P. A. (1981): *Cardiovascular Psychophysiology: A perspective*, New York y London, Plenum Press.
- Obrist, P. A.; Gaebelain, C. J.; Teller, E. S.; Langer, A. W.; Grignolo, A.; Light, K. C., y McCubbin, J. A. (1978): The relationship among heart rate, carotid dP/dt and blood pressure in humans as a function of the type of stress, *Psychophysiology*, 15, 102-115.
- Obrist, P. A.; Howard, J. L.; Lawler, J. E.; Galosy, R. A.; Meyers, K. A., y Gaebelain, C. J. (1974): The cardiac-somatic interaction. En P. A. Obrist, A. H. Black, J. Brenner y L. V. DiCara (eds.): *Cardiovascular Psychophysiology*, Chicago, Aldine.
- Obrist, P. A.; Howard, J. L.; Sutterer, J. R.; Hennis, R. S., y Murrell, D. J. (1973): Cardiac-somatic changes during a simple reaction time task: a developmental study, *Journal of Experimental Child Psychology*, 16, 346-362.
- Obrist, P. A.; Light, K. C.; McCubbin, J. A.; Hutcheson, J. S., y Hoffer, J. L. (1979): Pulse transit time: Relationship to blood pressure and myocardial performance, *Psychophysiology*, 16, 292-301.
- Obrist, P. A., y Webb, R. A. (1967): Heart rate during conditioning in dogs: Relationship to somatic-motor activity, *Psychophysiology*, 4, 7-34.
- Obrist, P. A.; Webb, R. A., y Sutterer, J. R. (1969): Heart rate and somatic changes during aversive conditioning and a simple reaction time task, *Psychophysiology*, 5, 696-723.
- Obrist, P. A.; Webb, R. A.; Sutterer, J. R., y Howard, J. L. (1970a): The cardiac-somatic relationship: Some formulations, *Psychophysiology*, 6, 569-587.
- Obrist, P. A.; Webb, R. A.; Sutterer, J. R., y Howard, J. L. (1970b): Cardiac deceleration and reaction time: An evaluation of two hypotheses, *Psychophysiology*, 6, 695-706.
- Randall, D. C.; Brady, J. V., y Martin, R. H. (1975): Cardiovascular dynamics during classical appetitive and aversive conditioning in laboratory primates, *Pavlovian Journal of Biological Science*, 10, 66-75.
- Sherwood, A.; Allen, M. T.; Obrist, P. A., y Langer, A. W. (1986): Evaluation of beta-adrenergic influences on cardiovascular and metabolic adjustments to physical and psychological stress, *Psychophysiology*, 23, 89-104.
- Webb, R. A., y Obrist, P. A. (1967): Heart rate changes during complex operant performance in the dog, *Proceeding of 75th Annual Convention of the American Psychological Association*, 137-138.
- Weiner, H. (1983): Some thoughts on discrepant human-animal performance under schedules of reinforcement, *The Psychological Record*, 33, 521-532.
- Wenzel, B. M. (1961): Changes in heart rate associated with responses based on positive and negative reinforcement, *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 42, 638-644.