

LAS IMPLICACIONES DEL FEEDBACK Y LOS PROCESOS PERCEPTIVOS EN EL CONTROL VOLUNTARIO DE LA TASA CARDIACA

**Joaquín Pegalajar
Jaime Vila.**

Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico.
UNIVERSIDAD DE GRANADA.

RESUMEN

La presente investigación examina los efectos del entrenamiento en control voluntario de la tasa cardíaca -aumento y disminución- sobre la percepción del latido cardíaco frente a la percepción de cambios espontáneos acelerativos y decelerativos de la tasa cardíaca. Se utilizaron 20 sujetos. Todos ellos recibieron 3 sesiones experimentales. La primera y la tercera sesión fueron de evaluación en percepción cardíaca, cada grupo según su tarea. La segunda sesión fué de entrenamiento en control voluntario con dos periodos distintos: aumento y disminución. Cada periodo constaba de 3 fases secuenciales: prefeedback, feedback y postfeedback. Los resultados indicaron que (a) se produjo un claro control diferencial de la tasa cardíaca en los dos grupos; (b) el feedback proporcionado durante el entrenamiento no supuso un mejor control voluntario de la tasa cardíaca que el conseguido mediante las instrucciones verbales; (c) los sujetos evaluados en la tarea de percepción del cambio mostraron un incremento en sensibilidad después del entrenamiento en control voluntario; (d) los sujetos evaluados en la tarea de detección del latido cardíaco no mostraron apenas cambios en discriminación desde al pretest al postest. Los resultados se discuten en el contexto del modelo teórico propuesto por Brener, así como en relación a otros modelos teóricos.

SUMMARY

This paper reports an investigation to examine the effects of training in heart rate self-control -both increases and decreases- upon the perception of heart beats versus the perception of spontaneous changes in heart rate -both accelerative and decelerative-. Twenty subjects had three experimental sessions. In the first and third one subjects were assessed for cardiac perception. In the second session subjects were trained in voluntary control during two different periods: one for increases and the other for decreases in heart rate. Each period consisted of three sequential phases: prefeedback, feedback and postfeedback. The results showed: (a) a clear differential control of heart rate in all subjects; (b) the feedback given during training did not add a better voluntary control of heart rate than that obtained through verbal instructions; (c) subject assessed for perception of changes in heart rate increased their perceptual sensitivity after training in voluntary control; (d) subjects assessed for perception of heart beats did not show changes in perceptual discrimination. The results are discussed in the context of Brener's theoretical model, as well as other models suggested in the literature.

INTRODUCCION

Existe un acuerdo general entre los autores acerca de la posibilidad de control voluntario de la tasa cardíaca -una respuesta autonómica- mediante técnicas de biofeedback (Williamson y Blanchard, 1979; Yates, 1980; White y Tursky, 1982; Vila y Pegalajar, 1982). A nivel teórico, la propuesta más detallada y concreta sobre los mecanismos de acción de estas técnicas la ha formulado Brener (1974a,b; 1977; 1982). Según este autor, la condición necesaria y suficiente para que se dé el control voluntario de la tasa cardíaca, o de cualquier otro tipo de respuesta, reside en la percepción de las consecuencias sensoriales de dicha respuesta. Este proceso discriminativo se desarrolla mediante el apareamiento del estímulo exteroceptivo de feedback, que es contingente sobre la respuesta durante el entrenamiento en control voluntario, y la información interna generada por la propia respuesta -calibración en términos de Brener-. Ello permite la formación de una imagen de respuesta adecuada, constituida por las bases sensoriales de la tasa cardíaca, cuya activación mediante las instrucciones verbales, debería llevar al control automático de tal respuesta.

El análisis teórico que Brener propone conlleva la predicción de que si un sujeto consigue el control voluntario de la tasa cardíaca mediante instrucciones y biofeedback, deberá de forma subsecuente mostrar la correspondiente capacidad de percibir dicha respuesta (Brener, 1977a). Una serie de procedimientos se han desarrollado para la medida del mecanismo perceptual propuesto. Un tipo de

procedimiento se ha centrado en la detección del latido cardíaco, operacionalizado como la onda R del Electrocardiograma (EKG) correspondiente a la contracción ventricular (Brenner y Jones, 1974; Whitehead et al., 1977; Katkin, 1985; Yates et al., 1985; Davis et al., 1985; Brenner y Kluitse, 1988). Aunque se ha demostrado que los procedimientos de este tipo son altamente objetivos y válidos, la evidencia empírica con respecto a la hipótesis mencionada no es suficientemente favorable (Lacroix, 1981; Carroll, 1977, 1979; Pegalajar y Vila, 1984; Pegalajar, 1989).

Otros procedimientos se han centrado en la percepción de cambios en los niveles tónicos de la tasa cardíaca -aumentos y/o disminuciones-. Con estas tareas, algunas investigaciones han encontrado resultados positivos, al menos en lo que se refiere a la dirección de incremento de la tasa cardíaca (Grigg y Ashton, 1984; Ross, 1982), si bien no siempre ha sido así (Lacroix y Gowen, 1981; Carroll y Whellock, 1980; Gannon, 1980).

Cabe argumentar que esta falta de confirmación empírica de la hipótesis puede venir determinada por el tipo de tareas que se han diseñado para medir la percepción cardíaca. Los procedimientos centrados en la discriminación del latido cardíaco se han desarrollado con la finalidad de medir específicamente la sensibilidad del sujeto en relación a la onda R del EKG, al margen de la información que puedan proporcionar otros sistemas de respuesta como puedan ser la actividad muscular y respiratoria. Es posible, no obstante, que la información proporcionada por este tipo de tarea perceptiva no sea relevante para el control voluntario de la tasa cardíaca. El latido cardíaco, por su propia naturaleza, es un fenómeno de tipo periférico, esto es, se inicia y propaga en y a través del corazón mismo y no depende de los centros superiores para su ocurrencia. Por su parte, los cambios en la tasa cardíaca como respuesta sí dependen del Sistema Nervioso Central, pudiendo existir a este nivel cierto grado de integración entre el control cardíaco y los procesos de tipo motor (Obrist, 1981; Engel, 1986). Siendo esto así, sería la actividad eferente central, tendente a la producción de los cambios en la tasa cardíaca, la que proporciona la información necesaria para el control voluntario de esta respuesta autonómica. Todo lo cual supone que una comprobación adecuada de la hipótesis de Brenner se debería centrar en procedimientos de percepción que midieran el mismo tipo de respuesta que aquella supuestamente aprendida durante el entrenamiento en control voluntario: aumentos y disminuciones de la tasa cardíaca (Brenner, 1982; Carroll, 1977).

La presente investigación se centra en esta problemática. Se ha pretendido determinar la validez de la anterior argumentación comparando los efectos del entrenamiento en el control voluntario de la tasa cardíaca - mediante instrucciones y feedback- sobre la percepción del latido cardíaco (PL) frente a la percepción de cambios acelerativos y decelerativos en los niveles tónicos de la tasa cardíaca (PC). La tarea de percepción del latido utilizada ha sido la diseñada por Whitehead y colaboradores (1977), bastante específica en cuanto a su finalidad. La tarea de

percepción de cambios en la tasa cardíaca ha consistido en el diseño de un procedimiento que enfatiza la detección de aumentos espontáneos en la tasa cardíaca frente a disminuciones o no cambio. En este tipo de tarea el sujeto debe emitir un juicio acerca de un conjunto de latidos cardíacos acontecidos durante un intervalo de tiempo, lo que se apoya en la consideración de la naturaleza emergente del concepto de tasa cardíaca, definida por la relación de los latidos cardíacos con referencia al tiempo (Katkin y Reed, 1986). Este requisito no parece que se haya seguido en todos los procedimientos de percepción de cambios en la tasa cardíaca que se han diseñado anteriormente (Lacroix y Gowen, 1981; Grigg y Ashton, 1984).

El objetivo señalado requiere que para su comprobación se demuestre la existencia del control voluntario de la tasa cardíaca. Para tal fin, se programó el entrenamiento en biofeedback según un diseño intrasujeto. Dicho entrenamiento constaba de tres fases: prefeedback (control instruccional), feedback (control instruccional y feedback) y postfeedback (control instruccional). La hipótesis relativa a dicho entrenamiento fué que debería haber un mejor grado de control voluntario bidireccional de la tasa cardíaca en la fase de feedback que en la de prefeedback, así como en la fase de postfeedback frente a la de prefeedback. Con respecto a los efectos del entrenamiento en biofeedback sobre la percepción cardíaca se esperaba que se incrementara después de dicho entrenamiento frente a antes del mismo. Este efecto, no obstante, se esperaba que dependiera del tipo de percepción cardíaca que realiza el sujeto: el efecto debería ser mayor en la tarea de percepción de cambios en la tasa cardíaca que en la tarea de percepción del latido.

METODO

Sujetos

Se utilizaron 20 sujetos, 10 hombres y 10 mujeres, alumnos de Psicología de la Universidad de Granada, de una edad entre 21 y 25 años ($M = 22.71$; $DT = 1.27$). Ninguno de los sujetos padecía trastornos cardiovasculares, ni estaba bajo tratamiento psiquiátrico o farmacológico. Así mismo, ninguno de los sujetos había realizado con anterioridad una prueba semejante a las empleadas en este estudio.

Aparatos

Polígrafo Grass

Un polígrafo Grass de 8 canales, modelo Rps 7c 8b, fué usado para registrar la actividad cardíaca a través de un preamplificador modelo 7P4, el cual permitía

obtener un registro del EKG, dando éste la entrada a un cardiotacómetro desde el que se obtenía el registro de la tasa cardíaca latido-a-latido. El registro del EKG y del cardiotacómetro se hizo en dos canales independientes utilizando dos amplificadores de potencia 7DA. El cardiotacómetro registraba la tasa cardíaca utilizando el rango 40-120 latidos/minuto, calibrándose el preamplificador antes y después de cada sujeto. El EKG se registró mediante la derivación II, esto es, colocando los electrodos activos en el brazo derecho y en la pierna izquierda. Dicho registro se hizo empleando electrodos Beckman de 1 cm² de área de contacto, adheridos a la piel mediante discos adhesivos y utilizando gel electrolítico Beckman para facilitar el contacto entre la piel y el electrodo.

La actividad electromiográfica -EMG- se registró a través del mismo polígrafo, utilizando el preamplificador 7P3 y una constante de integración de 500 ms. Este registro se realizó a través de 3 electrodos idénticos a los anteriores, colocando los dos activos en el antebrazo izquierdo, según indica Lippold (1967), y el de tierra en el mismo antebrazo, a la altura del codo. Los electrodos iban sujetos mediante discos adhesivos, empleándose gel electrolítico Beckman para facilitar el contacto entre la piel y el electrodo.

Sistema computarizado

Las tres variables fisiológicas registradas -EKG, EMG y tasa cardíaca latido-a-latido- fueron procesadas mediante un sistema computarizado. Los outputs de los amplificadores de potencia correspondientes a las 3 variables fueron conectados a un convertidor análogo-digital ANL-947 de 12 bits, conectado a un ordenador IBM XT, recogiendo 30 muestras/segundo de cada canal de registro fisiológico. Una tarjeta input-output -Data Translation, modelo DT2817- conectada al ordenador y al resto de los aparatos controlaba la secuencia, duración y tipo de ensayos, tanto de percepción cardíaca como de control voluntario de la tasa cardíaca. Los valores bioeléctricos de cada sujeto y de cada canal eran digitalizados, representados gráficamente en la pantalla del ordenador y almacenados en el disco duro para posteriormente ser analizados mediante programas específicos.

Señal luminosa

Los ensayos de percepción fueron proporcionados mediante una señal luminosa constituida por una luz blanca procedente de una pequeña bombilla de 24 voltios, situada en el centro de un panel negro de 24x34 cms. El panel podía ser regulado en su altura y estaba colocado a una distancia de 1.5 metros a la altura de los ojos del sujeto. Para la tarea de PL, se detectaba el pico de la onda R mediante

algoritmos desarrollados en lenguaje Basic compilado, lo cual activaba la señal luminosa durante .5 segundos a través de un programador de estímulos LE 100, que proporcionaba la salida de voltaje adecuada para la activación de la fuente luminosa. El flash de luz se activaba de forma consecutiva después de cada pico de la onda R durante todo el tiempo de duración del ensayo -10 s-. En el caso de la tarea de PC, los ensayos de discriminación se presentaban a través de la misma señal luminosa, activada por el programador de estímulos, sólo que en este caso la señal permanecía encendida de forma continua durante los 10 s de duración del ensayo.

Proyector

Un proyector de diapositivas, marca Kodak Ektografic, se utilizó para indicar al sujeto el principio y fin de los ensayos de percepción para cada una de las tareas. Las diapositivas se proyectaban a través de una ventana de doble cristal sobre la pared situada enfrente del sujeto.

Sistema de Feedback

El entrenamiento en control voluntario de la tasa cardíaca se realizó mediante un monitor de televisión IBM color (modelo 5153002), a través del cual se presentaban las instrucciones al sujeto y el sistema de feedback -digital y gráfico- programado mediante el ordenador.

Diseño

Los sujetos fueron asignados aleatoriamente -balanceándose la variable sexo- a dos grupos experimentales y evaluados en percepción cardíaca antes y después del entrenamiento en control voluntario de la tasa cardíaca. Un grupo fué sometido a evaluación en la tarea de PL, mientras que otro grupo fué evaluado en la tarea de PC. En ambas fases de evaluación no se proporcionó información acerca de la exactitud en la ejecución perceptual. Todos los sujetos participaron en tres sesiones experimentales, realizadas en días distintos y con un intervalo entre las mismas no superior a 48 horas. La primera y la tercera sesión fueron de evaluación perceptual y la segunda de entrenamiento en control voluntario.

Sesiones de percepción cardíaca

Cada sesión de evaluación de percepción constaba de 100 ensayos, distribuidos en bloques de 20 ensayos. El intervalo de descanso entre dichos bloques era de 2

minutos. Cada ensayo tuvo una duración de 10 segundos, siendo el intervalo de descanso entre los ensayos variable, entre 15 y 30 segundos.

La tarea de PL se aplicó siguiendo la metodología desarrollada por Whitehead et al. (1977). Es decir, los ensayos de señal (S+) se programaron con un retraso de 128 ms con respecto al pico de la onda R, mientras que los ensayos de ruido (S-) quedaron definidos con un retraso de 384 ms respecto al mismo evento cardíaco. Se determinó que cada tipo de ensayo tuviera una probabilidad de aparición del 50%, lo que se hizo aleatoriamente, aunque con la restricción de que no hubiera más de 3 ensayos consecutivos del mismo tipo. Así, cada ensayo de percepción consistió en proporcionar al sujeto un feedback cardíaco durante 10 s consecutivos, consistente en la presentación de una secuencia de señales luminosas de .5 s de duración activadas por cada latido cardíaco y con un retraso de 128 ó 384 ms. La tarea del sujeto consistía en determinar después de cada ensayo si la emisión de la luz había sido coincidente o retrasada respecto a su latido cardíaco. El sujeto debía emitir su juicio de forma verbal: "Uno" si consideraba que el ensayo había sido coincidente y "Dos" si consideraba que el ensayo había sido retrasado. El experimentador introducía la respuesta del sujeto en el ordenador a través del teclado.

Para la tarea de PC, se determinó que durante la duración del ensayo -10 s- la señal luminosa permaneciera activada de forma continuada, lo que servía para indicar al sujeto el intervalo de tiempo sobre el que debía emitir su juicio acerca del cambio ocurrido en su tasa cardíaca. La tarea del sujeto consistía en determinar después de cada ensayo si, durante el periodo en el que la luz está encendida, ésta había coincidido con un incremento espontáneo en su tasa cardíaca o con una disminución o ausencia de cambio". La respuesta del sujeto era dada de forma verbal: "Uno" si consideraba que su tasa cardíaca estaba incrementada y "Dos" si consideraba que su tasa cardíaca había disminuido o no cambiado. El experimentador introducía la respuesta del sujeto en el ordenador vía teclado.

Sesión de Biofeedback

El entrenamiento en control voluntario se realizó durante la segunda sesión experimental, quedando definido por dos periodos distintos: uno de entrenamiento en la dirección de aumento y otro en la de disminución. Ambos periodos estuvieron precedidos por una línea de base de 3 m y finalizaron, igualmente, con una línea de base de igual duración. El orden de realización de ambos periodos fué balanceado dentro de cada grupo. El intervalo de descanso entre los dos periodos fué de 5 m. Cada periodo se caracterizó por los siguientes ensayos: Prefeedback - 2 ensayos-, Feedback -10 ensayos- y Postfeedback -2 ensayos-. La duración de los ensayos fué de 1 m, con un intervalo de descanso entre éstos de 30 s. El

entrenamiento se hizo a través del monitor de televisión, en el cual aparecían las instrucciones y el sistema de feedback. En los ensayos de control instruccional -prefeedback y postfeedback-, aparecía en la parte superior de la pantalla las instrucciones correspondientes según el tipo de ensayo: "Ensayo sin feedback. Aumenta tu tasa cardíaca" o "Ensayo sin feedback. Disminuye tu tasa cardíaca". El resto de la pantalla permanecía en blanco. En los ensayos con feedback, se proporcionaba al sujeto unas instrucciones similares junto a una doble información: digital, esto es, el valor de la tasa cardíaca del sujeto latido-a-latido (mitad superior del monitor) y gráfica, es decir, una exposición del registro del cardiotaquímetro del sujeto (mitad inferior de la pantalla).

Medidas subjetivas

Se utilizó el cuestionario de Activación-Desactivación de Thayer (1967) para medir el nivel de activación subjetiva durante la realización de cada tarea de percepción, por lo que se pasó inmediatamente después de realizada la primera y tercera sesión experimental. Este cuestionario está compuesto de 49 adjetivos que describen el estado subjetivo de activación en torno a 4 factores monopolares: desactivación-sueño, desactivación general, activación general y activación alta.

Procedimiento

Los sujetos fueron asignados aleatoriamente a los grupos según llegaban al laboratorio. La primera sesión se iniciaba con la contestación por el sujeto de un cuestionario relevante a los criterios de selección. Se procedía, a continuación, a la lectura de las instrucciones de la tarea de percepción. Tanto en la tarea de PL como en la tarea de PC, las instrucciones dadas al sujeto le requerían para que no alterara su respiración ni su estado muscular durante los ensayos, debiendo atender exclusivamente al corazón para emitir su juicio perceptual. Una vez entendidas éstas por el sujeto, se colocaban, en este orden, los electrodos correspondientes al registro del EKG y del EMG. Trás esto, el experimentador bajaba la luz de la habitación del sujeto hasta un nivel previamente establecido y abandonaba dicha habitación. Finalizada la prueba, el experimentador volvía a la habitación del sujeto, procedía a quitar los electrodos y requería al sujeto para que permaneciera sentado hasta contestar el cuestionario de activación-desactivación. En la tercera sesión experimental, se siguió un procedimiento idéntico.

La sesión de entrenamiento en control voluntario de la tasa cardíaca comenzaba con la lectura correspondiente al primer periodo. Una vez que el sujeto había comprendido las instrucciones, se procedía a la colocación de los electrodos del

EKG y del EMG. Hecho esto, el experimentador bajaba la intensidad de la luz de la habitación del sujeto hasta un nivel previamente establecido y abandonaba dicha habitación. Realizado el primer periodo de entrenamiento, se proporcionaba el correspondiente descanso y, a continuación, se procedía a la lectura de las instrucciones del segundo periodo. Finalizado éste, el experimentador volvía a la habitación del sujeto, quitaba los electrodos de registro y daba por finalizada la sesión.

Análisis de los datos

Exactitud perceptual

La variable dependiente de percepción empleada fué el índice no paramétrico, procedente de la teoría de detección de señales, $2\arcsin VP(A)$ (McNicol, 1972). Es el índice más utilizado en la literatura de percepción cardíaca y sus valores pueden ir desde 1.57, ejecución al azar, hasta 3.14, ejecución perfecta. En la tarea de PL, se consideró como señal los ensayos con 128 ms de retraso y como ruido los ensayos con 384 ms de retraso. En la tarea de PC, se obtuvo el porcentaje de cambio en tasa cardíaca para cada ensayo y se consideró como señal un valor positivo del mismo -aumento- y como ruido un valor de cero o negativo -disminución o no cambio-. Las características de esta tarea no permitieron que existiera un 50% de ensayos de señal y de ruido, por lo que el número de éstos fué variable en cada sujeto.

Control voluntario de la tasa cardíaca

La tasa cardíaca se cuantificó contando el número de ondas R en cada periodo de tiempo y expresando dicho valor en términos de latidos/minuto. La amplitud del cambio se cuantificó según una metodología de línea de base cambiante, esto es, la diferencia entre la tasa cardíaca correspondiente a cada ensayo y la tasa cardíaca del periodo de descanso inmediatamente anterior al ensayo (McCanne y Sandman, 1975). Los ensayos se agruparon de la siguiente forma: prefeedback, media del valor de amplitud del cambio en los dos ensayos de prefeedback; feedback1, media de los valores de amplitud del cambio de los ensayos 1-5 de feedback; feedback2, media de los valores de amplitud del cambio de los ensayos 6-10 de feedback; postfeedback, media de la amplitud del cambio de los ensayos de postfeedback. Igualmente, con el fin de verificar si los tratamientos experimentales habían afectado, o no, a los periodos de descanso entre los ensayos, se consideró para su análisis el valor de la tasa cardíaca en los niveles tónicos preensayo.

La actividad electromiográfica se cuantificó promediando el valor de dicha actividad en microvoltios durante el intervalo temporal correspondiente a cada periodo. Se consideraron los mismos índices que en el caso de la tasa cardíaca.

RESULTADOS

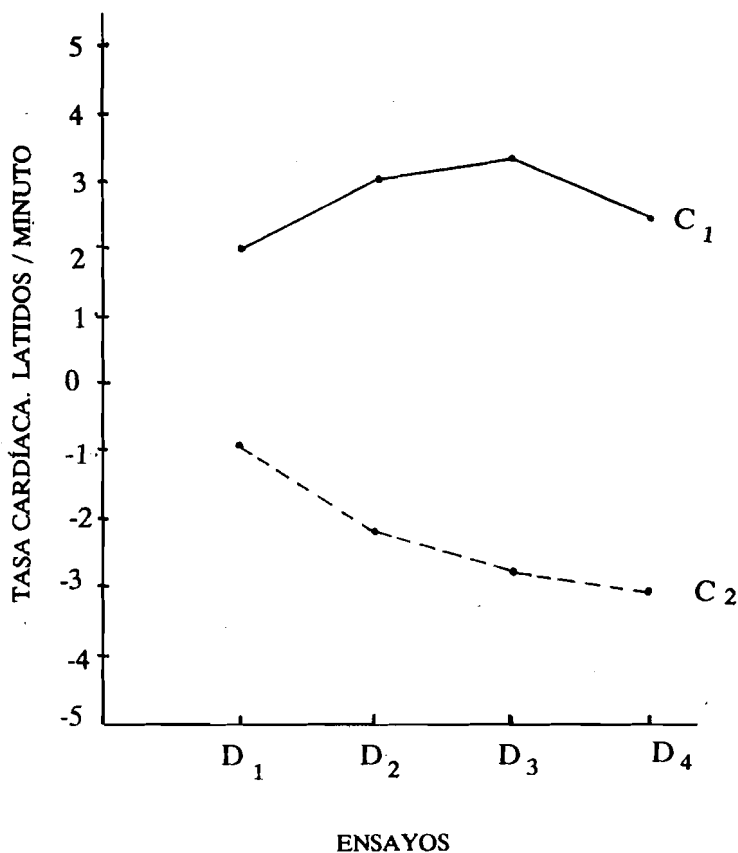
I. Control voluntario de la tasa cardíaca

El análisis de la tasa cardíaca correspondiente al último minuto del periodo de adaptación a la situación experimental mostró que no habían diferencias entre los dos grupos experimentales antes de ser sometidos al entrenamiento. Los niveles tónicos iniciales de la tasa cardíaca en el grupo de PL fueron de 79.56 latidos/minuto y de 78.48 en el grupo de PC. Por su parte, el análisis de la actividad EMG tampoco mostró diferencias significativas.

El análisis de la actividad cardíaca durante el entrenamiento en control voluntario se realizó mediante un diseño factorial mixto $2 \times (2 \times 4)$ (Keppel, 1982), la primera variable entre grupos (tipo de tarea de percepción: PL frente a PC), y las otras dos variables intrasujeto: dirección del cambio -aumento frente a disminución- y ensayos -prefeedback, feedback1, feedback2 y postfeedback-. Un primer análisis se realizó sobre las puntuaciones de amplitud del cambio. El análisis mostró un efecto principal altamente significativo de la variable dirección del cambio ($F(1,18) = 31.426$, $p < .00001$), indicativo de que los sujetos ejercieron un claro control diferencial de la tasa cardíaca (ver Fig. 1). Se produjo un incremento promedio de 2.70 latidos/minuto en los ensayos de aumento y una disminución promedio de 2.26 latidos/minuto en los ensayos de disminución.

Por otra parte, la variable independiente tareas no mostró ningún efecto significativo, principal o de interacción, lo que muestra que los dos grupos no difirieron en ningún momento en el grado de control diferencial conseguido sobre la tasa cardíaca. Finalmente la interacción dirección del cambio $\times$ ensayos estuvo próxima al nivel de significación ($F(1,18) = 2.321$, $p < .08$), lo que indica que el grado de control sobre la tasa cardíaca tendía a variar en función del tipo de ensayo, según indica la fig. 1. El análisis de la interacción mostró, por una parte, que la variable dirección del cambio fué signitiva en todos los ensayos (Prefeedback ($F(1,19) = 5.625$, $p < .02$; Feedback1 ($F(1,19) = 182.41$, $p < .0004$; Feedback2 ($F(1,19) = 33.54$, $p < .00001$; Postfeedback ($F(1,19) = 20.150$, $p < .0003$). Por otra parte, los contrastes ortogonales entre los ensayos en la dirección de aumento no mostraron ningún efecto significativo, mientras que en la dirección de disminución se observó una cierta tendencia a la significación cuando se compararon los ensayos de prefeedback y feedback2 ($F(1,19) = 3.31$, $p < .08$), así como entre los ensayos de prefeedback y postfeedback ($F(1,19) = 3.26$, $p < .08$).

Figura 1. Amplitud del cambio en la tasa cardíaca en función de la dirección del cambio-aumento (C1) vs Disminución (C2)- y de los ensayos -prefeedback (D1), feedback 1 (D2), feedback 2 (D3) y postfeedback (D4).



Un segundo análisis se realizó sobre los niveles tónicos preensayo de la tasa cardíaca. Los resultados indicaron que no se produjo ningún efecto significativo. Por tanto, parece que los periodos de descanso entre los ensayos no se vieron afectados por los tratamientos experimentales.

En el caso de la actividad EMG se realizaron sendos análisis paralelos a los anteriores, no habiéndose encontrado ningún efecto significativo con esta variable.

Finalmente, se obtuvo una matriz de correlaciones producto-momento de Pearson entre las puntuaciones de amplitud del cambio en la tasa cardíaca, para cada una de las dos direcciones por separado. La tabla 1 recoge los resultados de dichos análisis correlacionales.

Tabla 1. Correlaciones de Pearson entre las puntuaciones de amplitud del cambio en la tasa cardíaca en función de los ensayos -prefeedback (pref.), feedback 1 (feed.1), feedback 2 (feed 2) y postfeedback (postf.)- y de la dirección del cambio.

		PREF.	FEED. 1	FEED. 2	POSTF.
DIRECCIÓN DEL CAMBIO	AUMENTO	PREF.	0.43*	0.28	0.14
		FEED. 1		0.71***	0.14
		FEED.2			0.48**
	DISMINUCIÓN	PREF.	0.31	0.17	0.03
		FEED. 1		0.59***	0.46**
		FEED. 2			0.55**

*** $P < 0.009$

** $P < 0.05$

* $P < 0.07$

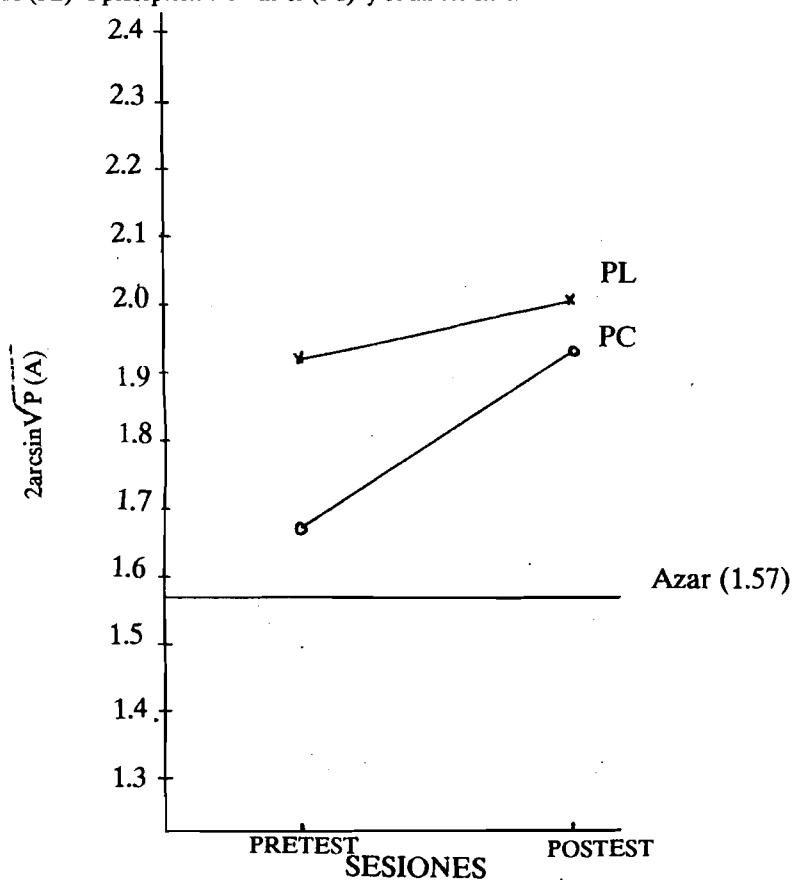
Cuatro características pueden apreciarse en estos resultados. Primero, la correlación entre los ensayos de feedback es positiva y significativa en aumento y en disminución, lo que indica que el grado de control voluntario de la tasa cardíaca fué similar durante todo el periodo en el que se proporcionó biofeedback. Segundo, la correlación entre los ensayos de prefeedback y de feedback tiende a aproximarse al nivel de significación en la dirección de aumento, lo que denota que el grado de incremento en la tasa cardíaca conseguido a través de las instrucciones verbales es en cierta medida predictivo del incremento producido cuando se proporciona feedback, y viceversa; en disminución, no se observó este efecto. Tercero, la correlación entre los ensayos de feedback y de postfeedback es positiva y significativa para todos los ensayos en la dirección de disminución y del mismo sentido en el segundo bloque de ensayos en la dirección de aumento. Parece, pues, que el grado de aumento y disminución de la tasa cardíaca mostrado en la fase de feedback se transfiere a la fase de postfeedback. Cuarto, en ningún caso se observaron correlaciones significativas entre los ensayos de prefeedback y de postfeedback.

II. Percepción cardíaca.

2.1. Efecto del entrenamiento en control voluntario y del tipo de tarea de percepción.

La ejecución media del grupo evaluado en la tarea de PL y del grupo evaluado en la tarea de PC antes y después del entrenamiento en biofeedback se representa en la figura 2. Como puede apreciarse en la fase de postest se produce, globalmente, un mejor nivel de percepción que en la fase de pretest. De otra parte, mientras que el grupo de PL apenas muestra cambios en sensibilidad desde el pretest al postest, el grupo de PC sí parece mostrar una mejoría en discriminación como consecuencia del entrenamiento en control voluntario.

Figura 2. Cambios en percepción cardíaca, $2\arcsin \sqrt{P(A)}$, en función de las tareas-percepción del latido (PL) vs percepción del cambio (PC)- y de las sesiones.



Los datos presentados en la figura 2 fueron analizados mediante un ANOVA $2 \times (2)$, la primera variable independiente -tareas- y la segunda variable intrasujeto, relativa a las puntuaciones de percepción en la fase de pretest y de postest -sesiones-. Los resultados de dicho análisis mostraron un efecto significativo de la variable sesiones ($F(1,18) = 4.750, p < .04$), que indica un incremento en percepción en la fase de postest ($M = 1.980$) frente a la de pretest ($M = 1.809$). La variable tareas estuvo próxima al nivel de significación ($F(1,18) = 3.309, p < .08$), la tarea de PL ($M = 1.972$) mostrando un mejor nivel de ejecución que la tarea de PC ($M = 1.816$). En cambio, la interacción tareas $\times$ sesiones no fué significativa. No obstante, con el fin de determinar el grado de cambio operado en la percepción cardíaca desde la fase de pretest a la de postest se realizó un contraste entre ambas fases de evaluación en cada una de las tareas. Para la tarea de PL, la diferencia entre ambas fases no fué significativa ($F < 1$), mientras que en el caso de la tarea de PC la diferencia estuvo próxima al nivel de significación ($F(1,19) = 4.228, p < .07$).

Igualmente, se realizó un análisis mediante correlaciones momento-producto de Pearson entre la percepción cardíaca y los niveles tónicos de la tasa cardíaca registrados en el último minuto de la línea de base inicial correspondiente al primer periodo de entrenamiento en control voluntario. El objetivo del análisis era determinar si el nivel de sensibilidad cardíaca estaba, o no, relacionado con los niveles basales de la tasa cardíaca. En la tarea de PC, se obtuvo una correlación positiva y significativa en la fase de pretest ($r = .71, p < .01$), mientras que en la fase de postest, si bien la correlación también fué positiva, no alcanzó el nivel de significación adecuado. En la tarea de PL, el patrón correlacional no fué en ningún caso significativo. Estos resultados sugieren que cuando los sujetos han de percibir cambios en la tasa cardíaca, un mayor nivel de la tasa cardíaca conlleva un mejor nivel de percepción.

2.2. Diferencias individuales en percepción

Se realizó un análisis mediante correlaciones de Pearson entre las puntuaciones de percepción de la fase de pretest y de postest. En la tarea de PL, la correlación fué de .17, no significativa, siendo de .02 en la tarea de PC. Por su parte, la correlación global fué de .09, no significativa.

Igualmente, se hizo un análisis correlacional entre las puntuaciones de la fase de pretest y la puntuación de ganancia del cambio (postest menos pretest). La tarea de PL mostró una correlación de -.52, no significativa, frente a la tarea de PC que mostró una correlación de -.79 ($p < .005$). En el grupo total la correlación fué -.78 ($p < .001$).

Según estos resultados parece, por un lado, que no existe relación entre la ejecución perceptual previa y posterior al entrenamiento en control voluntario

(correlación pretest-postest), y, por otro lado, que los efectos perceptivos de dicho entrenamiento se maximizan si el sujeto posee un nivel de ejecución perceptual bajo antes de éste. (correlación pretest-ganancia del cambio). Dicho efecto, aunque parece general, es más potente en la tarea de PC.

2.3. Actividad fisiológica durante la evaluación en percepción.

Con el propósito de obtener información sobre la actividad fisiológica subyacente a la tarea de PL y de PC, realizamos un análisis de la tasa cardíaca generada en los ensayos de percepción. Tanto en la fase de pretest como en la de postest, obtuvimos los valores de la tasa cardíaca de cada uno de los ensayos de percepción. Estos valores fueron promediados para cada uno de los bloques de 20 ensayos de que constaba cada sesión. Así, la variable ensayos, en ambas fases de evaluación, quedó definida por 5 niveles representativos de los 100 ensayos de que constaba cada sesión. El ANOVA aplicado en ambas fases de evaluación fué un $2 \times (5)$, la primera variable independiente -tareas- y la segunda variable intrasujeto -ensayos-.

En la fase de pretest, sólo la variable ensayos mostró efectos significativos ($F(4,72) = 3.918$, $p < .006$). Ni la variable tareas, ni la interacción tareas x ensayos fueron significativas. Los valores medios de los 5 bloques de ensayos fueron, en orden consecutivo, 78.32, 76.98, 77.04, 75.26, 74.76 latidos/minuto. El test de Newman-Keuls, aplicado a estos valores, mostró diferencias significativas entre el primer y el cuarto bloque de ensayos, así como entre el primero y el quinto. Estos resultados sugieren que existió cierta tendencia a la disminución en el ritmo cardíaco según avanzaban los ensayos de percepción, hecho que parece producirse en ambas tareas. El análisis de la actividad EMG no mostró ningún efecto significativo. Parece, pues, que en la fase de pretest, los sujetos no estuvieron activos desde un punto de vista motor y que, posiblemente, la atención a los estímulos de las tareas de percepción generó una disminución de la actividad fisiológica.

En la fase de postest, se encontró que la variable ensayos ($F(4,72) = 4.503$, $p < .002$) fué significativa y que la interacción tareas x ensayos estuvo próxima al nivel de significación ($F(4,72) = 2.366$, $p < .06$). El efecto de los ensayos muestra que la actividad física en la tasa cardíaca varió en función de los ensayos. Los valores numéricos de los 5 bloques de ensayos fueron, en orden consecutivo, 75.77, 75.13, 74.44, 74.11, 73.30 latidos/minuto. La prueba de Newman-Keuls indicó que las diferencias se produjeron entre el primer y quinto bloques de ensayos, así como entre el segundo y quinto. La tendencia a la significación de la interacción de primer orden viene a cualificar estos resultados puesto que sólo en la tarea de PC se produjeron diferencias significativas entre los ensayos ($F(4,36) = 4.336$, $p < .005$). El valor de la tasa cardíaca en esta tarea fué 81.12, 79.57, 78, 78.44 y 77.13 latidos/

minuto, produciéndose diferencias significativas entre el primer bloque de ensayos y los bloques tercero, cuarto y quinto (test de Newman-Keuls). Aunque el valor de la tasa cardíaca en los ensayos de PL fué inferior en todos los bloques (70.49, 70.70, 70.80, 69.77, 69.47 lts/minuto), el contraste ortogonal entre las dos tareas no mostró ningún efecto significativo. Por tanto, parece que, en la fase de postest, existe cierta tendencia a que la tarea de PC genere una mayor actividad cardíaca que la tarea de PL. El análisis de la actividad EMG no mostró ningún efecto significativo.

2.4. Medidas subjetivas: escalas de activación-desactivación.

El análisis se realizó mediante un ANOVA 2x(2), la primera variable entre grupos -tareas- y la segunda variable intrasujeto -sesiones-. El factor de Activación General no produjo ningún efecto significativo. El factor de Activación Alta mostró un efecto significativo de la interacción tareas x sesiones ($F(1,18)=4.445$, $p<.04$). Esta interacción indica que el grupo de PL mostró un descenso significativo en la fase de postest frente a la de pretest, mientras que el grupo de PC mostró un ligero incremento en la fase de postest comparada a la de pretest, aunque sin alcanzar el nivel de significación. De otra parte, las diferencias entre los dos grupos sólo fueron significativas en el pretest: el grupo de PL ($M=1.10$) estuvo más activado que el grupo de PC ($M=0.20$).

El análisis realizado sobre el factor de Desactivación no mostró efectos significativos, mientras que el factor de Desactivación General indicó que la interacción tareas x sesiones fué significativa ($F(1,18)=6.356$, $p<.02$). En el análisis de la interacción se observó que el grupo de PC mostró una disminución significativa en el postest frente al pretest ($F(1,9)=5.806$, $p<.03$), mientras que el grupo de PL no mostró cambios entre ambas fases de evaluación. Por otro lado, las únicas diferencias significativas entre los dos grupos se produjeron en la fase de postest ya que el grupo de PL ($M=3.40$) estuvo mucho más desactivado que el grupo de PC ($M=1.40$) ($F(1,18)=4.348$, $p<.05$).

DISCUSION

Los resultados de este estudio respecto al control voluntario de la tasa cardíaca indican que se produjo un claro control diferencial de esta respuesta autonómica. Es decir, comparados con los niveles basales de la tasa cardíaca, se producen cambios significativos de signo acelerativo durante el entrenamiento en aumento, así como cambios decelerativos durante el entrenamiento en disminución. Desde este hecho, la cuestión a plantear es si el procedimiento de biofeedback aplicado

en nuestro estudio realmente supone un grado de control voluntario de la tasa cardíaca superior al conseguido por las instrucciones verbales dadas a los sujetos. Nuestros datos indican que ni en aumento, ni en disminución, se produjo tal superioridad. Por tanto, nuestra hipótesis sobre los efectos del feedback en el control voluntario de la tasa cardíaca no se ha confirmado. A pesar de todo, el patrón de resultados durante los ensayos de feedback apunta a cambios de mayor magnitud que en los ensayos de prefeedback, hecho que se maximiza en la dirección de disminución. Estos resultados, no obstante, se producen pese a que las características paramétricas del procedimiento de biofeedback empleado en este estudio recogen las propiedades funcionales que maximizan los efectos de éste (Yates, 1980; Williamson y Blanchard, 1979; Vila y Pegalajar, 1982).

En general, nuestros resultados apoyan la idea reflejada en la literatura de que si bien los procedimientos de biofeedback generan la posibilidad de control voluntario de la tasa cardíaca, no es menos cierto que las instrucciones verbales conllevan cambios en esta respuesta que son de similar magnitud en muchas ocasiones a los obtenidos mediante biofeedback (Yates, 1980; Lacroix, 1986). De hecho, los análisis correlacionales indican que la ejecución del sujeto en el prefeedback es predictiva del grado de control voluntario conseguido durante el periodo de biofeedback siguiente a aquel, al menos en la dirección de aumento. Así pues, parece que los sujetos cuando llegan al laboratorio por primera vez para ser sometidos a este tipo de entrenamiento ya llevan algún tipo de habilidad o mecanismo que les sirve para generar los cambios requeridos en la tasa cardíaca, algo informado también en otros estudios (Bell y Schwartz, 1975; Lacroix y Roberts, 1978; Levenson y Ditto, 1981).

Respecto a los efectos del entrenamiento en control voluntario sobre la percepción cardíaca, nuestra hipótesis sí parece que recibió apoyo, aunque el efecto encontrado no fué potente. Así, mientras que los sujetos evaluados en la detección de cambios en la tasa cardíaca mostraron un incremento en percepción, los sujetos evaluados en la detección del latido cardíaco apenas mostraron cambios en sensibilidad desde el pretest al postest. Esta conclusión se apoya, además, en el resultado de que en ningún momento se produjeron diferencias entre los dos grupos en cuanto al grado de control voluntario de la tasa cardíaca conseguido. Parece, pues, que la argumentación de Brener recibe confirmación desde nuestros datos puesto que la relación control voluntario/percepción cardíacos sólo se pone de manifiesto cuando en ambos procesos interviene el mismo tipo de respuesta: aumentos y disminuciones en la tasa cardíaca, no siendo así si el proceso de sensibilidad que se evalúa está relacionado con algún evento concreto dentro del ciclo cardíaco, la onda R en este caso. Hemos de considerar, no obstante, que las tareas empleadas en este estudio, por su carácter no invasivo, difícilmente pueden indicar las bases sensoriales que posibilitan la detección cardíaca (Ross y Brener, 1981). En este sentido, afirmar que la tarea de percepción del latido cardíaco

evalúa exclusivamente las aferencias cardíacas específicas, al margen de cualquier otro tipo de información, y que la tarea de percepción de cambios en la tasa cardíaca evalúa procesos de carácter eferente-central, es algo sobre lo que sólo se puede obtener evidencia empírica indirecta.

Los datos promedio del control voluntario han indicado que en ninguna de las dos direcciones se produjeron cambios superiores a los 3.5 latidos/minuto, aunque han existido grandes diferencias individuales (incrementos máximos y mínimos de 11.5 y -5.5 latidos/minuto; disminuciones máximas y mínimas de -10 y 5 latidos/minuto). ¿Se hubiera producido una confirmación más consistente de nuestra hipótesis mediante la obtención de cambios cardíacos de mayor magnitud a través de un entrenamiento más extendido? Según Brener, así debería ocurrir. Sin embargo, la propia literatura de biofeedback de la tasa cardíaca indica que un entrenamiento más prolongado en modo alguno garantiza la obtención de cambios de una magnitud mayor. De hecho, algunos autores han reconocido el fracaso de los estudios de biofeedback en demostrar la existencia de un genuino proceso de *rendizaje visceral* (Lacroix, 1986). Precisamente, entendemos que nuestros resultados son explicables desde el modelo biprocesual propuesto por este autor. Esto es, parece que el biofeedback de la tasa cardíaca opera mediante la identificación de procesos o programas conductuales ya existentes en el repertorio de habilidades del sujeto, de tal manera que el estímulo de feedback exteroceptivo sirve exclusivamente para indicar al sujeto el grado de adecuación o utilidad del programa seleccionado. Esto podría explicar el hecho de que los sujetos consigan un grado adecuado de control voluntario durante la fase de control instruccional previa al feedback, de tal forma que el añadir éste posteriormente no supone una mejora sustantiva en el grado de control voluntario conseguido. Esta explicación, no obstante, no es contradictoria con la ofrecida por Brener en la reformulación teórica de su modelo, dado el énfasis que este autor ha puesto en los procesos eferente-centrales tanto en lo relativo a la percepción como al control voluntario cardíacos. Esto es, si el biofeedback opera mediante un proceso de calibración o codificación central es de esperar que se produzca un control voluntario más general, menos diferenciado, mientras que si el biofeedback opera mediante una calibración periférica o aferente es de esperar una respuesta más específica y diferenciada.

Por otro lado, y en íntima relación con estas consideraciones, Brener siempre ha considerado que el control instruccional es una parte integral del control voluntario de la tasa cardíaca. Su propia definición de la voluntariedad de una respuesta en cuanto a que se demuestre que ésta sea sistemáticamente influenciada por las instrucciones verbales implica que a nivel empírico se constata tal definición, lo cual, ciertamente, ocurrió en nuestro estudio, por lo que desde esta perspectiva puede entenderse que nuestra hipótesis ha recibido la confirmación adecuada.

Finalmente, merece consideración el hecho de que los efectos del entrenamiento en el control voluntario se maximizan en función del nivel de sensibilidad de los sujetos en el pretest. Así, parece que si el nivel de percepción es deficiente en dicha fase los efectos del entrenamiento se maximizan. Aunque este resultado se da en ambas tareas, se produce de forma más potente en la tarea de percepción de cambios en la tasa cardíaca. Precisamente, esta tarea parece generar cambios de mayor magnitud en la tasa cardíaca después del entrenamiento en control voluntario, así como estar relacionada positivamente con el nivel de la tasa cardíaca en descanso, frente a la tarea de detección del latido cardíaco. No obstante, parece que los niveles de la tasa cardíaca en ambas tareas y fases muestran una tendencia a la disminución, lo que podría explicarse bien por una inhibición de la actividad motora durante los ensayos de percepción, en línea con lo defendido por Obrist (1981), o como un efecto de la atención a los estímulos durante las tareas de percepción, según defiende Lacey (Lacey, Kagan, Lacey y Moss, 1963). Unos resultados similares encontraron Jones et al. (1984) comparando la tarea de Brener y Jones (1984) y Whitehead et al. (1977). Por otra parte, los autoinformes de los sujetos indicaron que ambas tareas difirieron también en el nivel de activación subjetiva, de tal forma que la tarea de percepción del latido tendió a generar un patrón de activación y la tarea de percepción del cambio generó más bien un patrón de desactivación. Resultados todos que sugieren la existencia de distintos patrones fisiológicos y conductuales durante la evaluación perceptiva realizada con las dos tareas.

BIBLIOGRAFÍA

- BELL, I. Y SCHWARTZ, G. (1975). Voluntary control and reactivity of human heart rate. *Psychophysiology*, 12, 339-348.
- BRENER, J. Y JONES, J. (1974). Interoceptive discrimination in intact humans: Detection of cardiac activity. *Physiology and Behavior*, 13, 763-767.
- BRENER, J. (1974a). A general model of voluntary control applied to the phenomena of learned cardiovascular change. En P. Obrist et al. (Eds). *Cardiovascular Psychophysiology*. (Pág. 365-391). Chicago, Aldine.

- Brener, J. (1974b). Factors influencing the specificity of voluntary control. En L. Di Cara (Ed). *Limbic and Autonomic Nervous System Research*. (Pág. 335-368). Nueva York, Plenum Press.
- BRENER, J. (1977). Sensory and perceptual determinants of voluntary visceral control. En G. Schwartz y J. Beatty (Eds). *Biofeedback: Theory and Research*. (Pág. 29-66). Nueva York, Academic Press.
- BRENER, J. (1982). Psychobiological mechanisms in biofeedback. En L. White y B. Tursky (Eds). *Clinical Biofeedback*. (Pág. 24-48). Nueva York, Guilford Press.
- BRENER, J. Y KLUVITSE, C. (1988). Heartbeat detection: Judgements of the simultaneity of external stimuli and heartbeats. *Psychophysiology*, 25, 554-561.
- CARROLL, D. (1977). Cardiac perception and cardiac control: A review. *Biofeedback and Self-Regulation*, 2, 349-369.
- CARROLL, D. (1979). Voluntary heart rate control: The importance of individual differences. *Biological Psychology*, 8, 137-157.
- CARROLL, D. Y WHELLOCK, J. (1980). Heart rate perception and the voluntary control of heart rate. *Biological Psychology*, 11, 169-180.
- DAVIS, M., LANGER, A., SUTTERER, J., GELLING, P. Y MARLIN, M. (1985). Relative discriminability of heartbeat contingent stimuli under three procedures for assessing cardiac perception. *Psychophysiology*, 23, 76-81.
- ENGEL, B.T. (1986). An essay on the circulation as behavior. *Behavioral and Brain Sciences*, 9, 285-318.
- GANNON, L. (1980). Cardiac perception and the voluntary control of heart rate. *Physiological Psychology*, 8, 509-514.
- GRIGG, L. Y ASHTON, R. (1984). Heart rate discrimination and heart rate control: A test of Brener's theory. *International Journal of Psychophysiology*, 2, 185-201.
- JONES, G., O'LEARY, R. Y PIPKIN, B. (1984). Comparison of the Brener-Jones and Whitehead procedures for assessing cardiac awareness. *Psychophysiology*, 21, 143-148.
- KATKIN, E. (1985). Blood, sweat and tears: individual differences in autonomic self-perception. *Psychophysiology*, 22, 125-137.
- KATKIN, E. Y REED, S. (1986). A comment on "is an accurate verbal language necessary for heart rate discrimination?". *Biological Psychology*, 22, 289-291.
- KEPPEL, G. (1982). *Design and Analysis. A Research's Handbook*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- LACROIX, M. (1981). The acquisition of autonomic control through biofeedback: The case against an afferent process and two process alternative. *Psychophysiology*, 18, 573-587.
- LACROIX, M. (1986). Mechanism of biofeedback control. En R. Davidson, G. Schwartz y D. Shapiro (Eds). *Consciousness and Self-Regulation*, vol. 4. (Pág.

- 137-162). Nueva York, Plenum Press.
- LACROIX, M. Y GOWEN, A. (1981). The acquisition of autonomic control through biofeedback: Some tests of discrimination theory. *Psychophysiology*, 18, 559-572.
- LIPPOLD, O.C.J. (1967). Electromiography. En P. Venables e I. Martin (Eds). *Manual of Psychophysiological Methods*. (Pág. 245-299). Nueva York, Wiley.
- LACEY, J., KAGAN, J., LACEY, B. Y MOSS, M. (1963). The visceral level: Situational determinants and behavioral correlates of autonomic response patterns. En P. Knapp (ED). *Expression of the Emotions in the Man*. (Pág. 161-196). Nueva York, International University Press.
- LACROIX, M. Y ROBERTS, L.(1978).). A comparison of the mechanisms and some properties of instructed sudomotor and cardiac control. *Biofeedback and Self-Regulation*, 3, 105-132.
- LEVENSON, R. Y DITTO, B. (1981). Individual differences in ability to control heart rate: personality, strategy, physiological and other variables. *Psychophysiology*, 18, 91-100.
- NCCANNE, T. Y SANDMAN, C. (1975). Determinants of human operant heart rate conditioning: A systematic investigation of several methodological issues. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 88, 609-618.
- MCNICHOL, D. (1972). *A primer of signal detection theory*. Londres, Allen y Urwin.
- OBRIST, P. (1981). *Cardiovascular Psychophysiology. A perspective*. Nueva York, Plenum Press.
- PEGALAJAR, J. Y VILA, J. (1984). Autocontrol de la tasa cardíaca: el modelo de Brener. *Revista de Análisis del Comportamiento*, 2, 271-283.
- PEGALAJAR, J. (1989). *Percepción visceral y autocontrol autonómico*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Ross, A. (1982). Concurrent assessment of heart rate discrimination and control. *Biological Psychology*, 14, 231-244.
- ROSS, A. Y BRENER, J. (1981). Two procedures for training cardiac discrimination: A comparison of solution strategies and their relationship to heart rate control. *Psychophysiology*, 18, 62-70.
- THAYER, R. (1967). Measurements of activation through self-report. *Psychological Reports*, 20, 663-678.
- VILA, J. Y PEGALAJAR, J. (1982). Biofeedback de la tasa cardíaca en humanos I: características paramétricas y diferencias individuales. *Psicológica*, 3, 25-61.
- WHITE, L. Y TURSKY, B. (1982). *Clinical Biofeedback*. Nueva York, Guilford Press.
- WHITEHEAD, W., DRESCHER, V., HEIMAN, P. Y BLACKWELL, B. (1977). Relation of heart rate control to heartbeat perception. *Biofeedback and Self-Regulation*, 2, 371-392.

- WILLIAMSON, D. Y BLANCHARD, E. (1979). Heart rate and blood pressure biofeedback I: A review of the recent experimental literature. *Biofeedback and Self-Regulation*, 4, 1-50.
- YATES, A.J. (1980). *Biofeedback and the Modification of Behavior*. Nueva York, Plenum Press.
- YATES, A., JONES, K., MARIE, G. Y HOGBEN, J. (1985). Detection of the heartbeatin the cardiac cicle. *Psychophysiology*, 22, 561-567.