

DETECCIÓN DEL LATIDO CARDIACO: IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO DE LOS ESTÍMULOS CONSTANTES

P. QUIRÓS, G. GRZIB, P. CONDE
Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Resumen

La visceropercepción sigue teniendo importancia para algunas teorías de emoción y para el biofeedback de funciones vegetativas. Se exponen esquemáticamente los principales métodos de discriminación del latido cardiaco. El artículo se centra en la descripción de la implementación del método de los estímulos constantes propuesto por Brener y cols. (1993). Se expone una descripción detallada de la misma y la comprobación de la fiabilidad de dicha implementación. Se resalta la importancia de establecer la fiabilidad para poder obtener datos que permitan confirmar la existencia del fenómeno de la autopercepción del latido cardiaco.

Palabras clave: latido cardiaco, visceropercepción, estímulos constantes.

Abstract

Visceroception is still an important issue for some emotion theories and for the biofeedback of vegetative functions. The most used methods that asses the perception of heart beats are briefly referenced. A full description of the implementation of the method of constant stimuli, recently proposed by Brener et al. (1993) and the test of its reliability is exposed. This study of the reliability is justified as an requisite in order to prove the existence of the phenomena of cardiac perception.

Key words: heartbeat, visceroperception, constant stimuli.

Introducción

La percepción visceral, visceropercepción o interocepción (términos que se utilizan indistintamente) se refiere a la percepción consciente de los estímulos interoceptivos generados por las vísceras. Durante mucho tiempo se pensó que las vísceras no producían ningún tipo de sensación, por tanto su estudio no atrajo demasiada atención ni para los fisiólogos ni para los psicólogos. Para Adám (1980) la visceropercepción no fue aceptada como parte integrante del aparato sensorial debido a que, en sentido psicológico, la función sensorial depende de la sensación subjetiva (la cual puede registrarse por métodos psicológicos) que se origina en respuesta a la estimulación de un receptor. Sin embargo, los impulsos procedentes, por ejemplo, de las paredes vasculares o del corazón no parecen causar sensación subjetiva por lo que se creía que no podían ser valorados por métodos psicofísicos.

Una de las contribuciones más importantes al estudio de la visceropercepción vendrá del campo del condicionamiento pavloviano. Los fisiólogos soviéticos monopolizaron el estudio de los aferentes viscerales. Existe numerosa bibliografía al respecto. Bykov (1954/1957), Chemigovskiy (1960/1967) y Razran (1961) revisaron muchos de los experimentos que se habían llevado a cabo en la antigua Unión Soviética. Esta enorme literatura se completó con la contribución de Adám (1967) y Newman (1974). Los experimentos en torno al condicionamiento interoceptivo representaron quizás la contribución más importante a la psicofisiología de la interocepción. Las repetidas demostraciones de reflejos interoceptivos proporcionaron apoyo a la hipótesis de la existencia de un sistema que permitía transferir las señales aferentes interoceptivas al SNC. Estas investigaciones proporcionaron también información específica sobre la proyección y terminación de fibras aferentes viscerales en el SNC (Reed, Harver y Katkin, 1990).

En lo referente al condicionamiento instrumental de respuestas autonómicas, las investigaciones fueron prácticamente nulas hasta los años 70. La ausencia de tales investigaciones se puede atribuir, al menos en parte, a la afirmación de Skinner (1938) de que tal condicionamiento no era posible. Sin embargo, a partir de esta fecha se produce una avalancha de datos apoyando el punto de vista de que las respuestas autonómicas podían modificarse por métodos de condicionamiento instrumental (véase DiCara y Miller, 1968; Katkin y Murray, 1968; Kimmel, 1967; Miller, 1969). Esto último trajo consigo el desarrollo de técnicas de biofeedback, haciendo énfasis en el uso del feedback sensorial como un mediador del autocontrol visceral adquirido. Las relaciones entre percepción visceral y autocontrol visceral fueron establecidas por Brener en su modelo de control voluntario (Brener, 1977) quien afirmó que las personas a las que se entrena en discriminar una respuesta visceral presentarán una mejora en su habilidad para controlar esta respuesta así como una mejora en su habilidad para identificar ocurrencias específicas de ella. Para poder comprobar esta hipótesis de Brener, los investigadores del biofeedback se han interesado en el desarrollo de métodos que permitan valorar las diferencias individuales en autopercepción visceral.

Desde otro campo de la Psicología ha habido también un interés especial en el desarrollo de métodos que permitan valorar de forma objetiva la percepción de la sensación visceral. Este interés proviene de la teoría de emoción desarrollada por W. James (1884) y C. Lange (1885/1887), que supuso un cambio en la forma de entender el fenómeno emocional. Para James, los cambios corporales siguen directamente a la percepción del hecho desencadenante y nuestra sensación de esos cambios según se van produciendo es la emoción. Lange resaltó especialmente los cambios vasomotores implicados en el proceso emocional. A pesar de que la teoría de James-Lange (1920) fue severamente criticada por Cannon, su influencia se deja sentir en aquellos teóricos de la emoción que consideran la percepción consciente de algún tipo de activación como parte fundamental de la experiencia emocional (Mandier, 1975a,b; Schachter y Singer, 1962; Zillmann, 1978, 1979; entre otros). Por otra parte, se han llevado a cabo estudios para investigar la relación entre percepción visceral (tomando generalmente como medida de percepción visceral la actividad cardíaca) y experiencia emocional (por ejemplo, Ferguson y Katkin, 1996; Hantas, Katkin y Blascovich, 1982; Mandier, Mandier y Uviller, 1958; Montoya y Schandry, 1994; Schandry, 1981). En opinión de Reed y cols. (1990), una preocupación por el papel de la sensación visceral en la emoción humana y una constante lucha para desarrollar métodos científicos apropiados que valoren objetivamente la percepción de la sensación visceral ha caracterizado gran cantidad de investigación contemporánea sobre la experiencia emocional.

Podemos decir pues que la mayoría de las investigaciones sobre percepción visceral han surgido de un interés bien en la teoría de biofeedback o en algunas teorías de emoción relacionadas con la teoría de James-Lange (1920). A pesar de que estas teorías se refieren a y hablan de percepción visceral, la mayoría de las investigaciones se han centrado en la percepción cardíaca. Las razones de esta elección son principalmente:

1) El corazón es un órgano visceral central o principal con la propiedad de tener una respuesta recurrente y regular.

2) Es una respuesta que se registra fácilmente y no resulta ambigua

3) Existen receptores aferentes viscerales bien documentados situados en el miocardio y en la vasculatura periférica.

Se asume, por tanto, que la percepción de la actividad cardiaca podría servir de modelo para la percepción de otros sistemas y sensaciones viscerales.

Principales paradigmas de auto percepción de la actividad cardiaca

Los procedimientos que se han venido utilizando para medir la percepción de la actividad cardiaca se pueden dividir en tres grandes grupos: cuestionarios, tareas de rastreo del latido cardíaco y tareas de discriminación. Dentro de este último grupo se puede hacer una subdivisión entre tareas de discriminación de tasa cardiaca y tareas de discriminación del latido cardíaco (para una revisión en castellano sobre el tema ver Pegalajar, 1990 y Martínez Selva, 1995).

El cuestionario más conocido para medir el conocimiento que un sujeto tiene de su actividad cardiaca es el «Cuestionario de Percepción Autonómica» (APQ) desarrollado por Mandier, Mandier y Uviller (1958). Este tipo de cuestionarios ha recibido numerosas críticas en el sentido de que más que percepción visceral lo que se mide es la tendencia de los sujetos a emplear unos items léxicos para describir estados internos, en especial referentes a ansiedad general.

En cuanto a las técnicas de rastreo, las más conocidas son las desarrolladas por McFarland (1975) y Schandry (1981). En el primer caso se le pide al sujeto que presione una llave de forma sincrónica a cada latido cardíaco, en el segundo se le pide que durante tres periodos temporales de diferente duración cuente en silencio los latidos cardíacos y al final de cada periodo informe al experimentador del número de latidos que ha contado. Las tareas de rastreo han recibido también numerosas críticas centradas principalmente en que los sujetos pueden estar reproduciendo o informando de la frecuencia característica de su propia tasa cardiaca sin hacer ninguna referencia a los latidos cardíacos actuales.

Los procedimientos que parecen medir de forma más objetiva la percepción de la actividad cardiaca son los métodos de discriminación (ya hemos mencionado anteriormente que se puede diferenciar entre tareas de discriminación de tasa cardiaca y tareas de discriminación del latido cardíaco). En el caso de la discriminación de la tasa cardiaca, el sujeto tiene que discriminar variaciones en nivel de tasa cardiaca que se producen entre dos intervalos temporales. Por ejemplo, en el paradigma desarrollado por Ashton, White y Hodgson (1979), el sujeto tiene que decidir al final de los dos intervalos en cuál de ellos su tasa cardiaca es más alta. En el caso de discriminación del latido cardíaco, el sujeto tiene que juzgar si estímulos externos presentados a intervalos temporales diferentes con relación a la onda R de su ECG son simultáneos o no respecto a las sensaciones procedentes de su propio latido cardíaco. Los métodos de discriminación del latido cardíaco más importantes son los desarrollados por Brener y Jones (1974); Whitehead, Drescher, y Blackwell (1977) y Katkin, Blascovich y Goldband (1981).

En el paradigma de Brener-Jones (1974) el sujeto tiene que discriminar entre estímulos externos disparados por la onda R de su ECG de estímulos externos disparados por un generador de pulso a una frecuencia igual a la tasa cardiaca media del sujeto, es decir, en este último caso los estímulos exteroceptivos son independientes de sus latidos cardíacos actuales. La principal crítica que ha recibido este procedimiento tiene que ver con que el sujeto puede alcanzar un porcentaje alto de éxito efectuando maniobras respiratorias o somáticas que afectarán a los estímulos exteroceptivos consecuentes a la onda R, pero que no afectarán a los estímulos externos disparados por el generador de pulso.

Whitehead y cols. (1977) desarrollaron un paradigma en el que los sujetos tenían que discriminar trenes de estímulos generados por la onda R de su ECG con una demora respecto a ella de 128 mseg. de trenes de estímulos también generados por la onda R de su ECG con una demora respecto a ella de 384 mseg. En el primer caso se considera que los estímulos son contingentes con el latido cardíaco y en el segundo caso no contingentes. El paradigma de Whitehead y cols. superó el principal inconveniente del de Brener-Jones en el sentido de que las maniobras respiratorias o somáticas afectarían por igual a ambos trenes de estímulos. Sin embargo, se le ha cuestionado su excesiva dificultad (el porcentaje de sujetos que logra alcanzar el criterio de discriminación, basado en la teoría de detección de señales, es muy bajo) y la utilización de los intervalos de 128 y 384 mseg. como contingentes y no contingentes respectivamente con el latido cardíaco, en el sentido de que hay muchas diferencias individuales en el lugar de localización de las sensaciones procedentes del corazón. La demora de 384 mseg. puede generar confusión en aquellos sujetos que localicen esa sensación en un lugar más periférico.

Katkin y cols. (1981) presentaron una modificación al paradigma de Whitehead y cols. supuestamente para hacerlo más fácil. En lugar de tener que hacer discriminaciones entre estímulos «inmediatos» o «demorados» los sujetos tienen que discriminar entre trenes de estímulos que se presentan con un intervalo fijo (100 mseg.) o variable ($N+30b_i$ mseg.; N es un número aleatorio entre 0 y 200 y b_i es el número de orden en el tren de 10 latidos) después del latido cardíaco. Katkin y cols. no consiguieron el propósito de facilitar la tarea a los sujetos, de hecho el porcentaje de sujetos que alcanza el criterio de discriminación es aproximadamente igual que el de Whitehead y cols. La utilización del intervalo variable presenta muchas dificultades. Al ser N un número aleatorio entre 0 y 200 que cambia en cada ensayo, si N es menor de 100 los sujetos tendrán problemas a la hora de discriminar entre los estímulos fijos y los variables ya que ambos estarán muy próximos, por otra parte, no es aconsejable utilizar el paradigma de Katkin en situaciones de estrés, ejercicio físico o cualquier otra situación que genere tasas cardíacas altas. Por ejemplo, con T.C. en torno a 100-120 algunos tonos se presentarán muy próximos, prácticamente solapados, a la onda R posterior, con lo cual el sujeto se verá imposibilitado para realizar la tarea propuesta. Por todas estas razones, este paradigma se ha utilizado relativamente poco y hasta el propio Katkin últimamente no recomienda su utilización.

Uno de los temas que mayor interés ha suscitado entre los investigadores que se dedican al estudio de la percepción visceral es el de los intervalos óptimos a los que se deberían situar los estímulos exteroceptivos respecto a la onda R, en los paradigmas de discriminación, para que los sujetos consideren a estos estímulos como coincidentes o no con el latido cardíaco (ya se ha hecho alguna mención a este respecto en los paradigmas de Whitehead y cols. y en el de Katkin y cols.). Brener y Kluitse (1988) consideraron que aquellos paradigmas que sólo utilizaban dos intervalos presentaban problemas puesto que podían subestimar la capacidad de discriminación de los sujetos, por este motivo, diseñaron un procedimiento en el cual no se fijaban de antemano los intervalos coincidentes y no coincidentes con el latido cardíaco, sino que se le permitía al propio sujeto la elección del intervalo que considerara más coincidente con él, dentro de un rango suficientemente amplio. Para diseñar este paradigma se basaron en un estudio previo de Clemens (1984) que puede considerarse como una versión del método psicofísico de ajuste. En él los sujetos podían examinar destellos luminosos presentados con una demora respecto a la onda R de 0, 60, 120, 180 y 240 mseg. durante tanto tiempo y tan frecuentemente como quisieran hasta que juzgaran que la demora en curso era la más sincrónica con su latido cardíaco. Los sujetos podían acceder a cada demora siempre en un orden secuencial fijo y cada ensayo comenzaba en un punto arbitrario de la secuencia. Brener y Kluitse también se basaron en un estudio de Yates, Jones, Marie y Hogben (1985), el cual es una variante del

método psicofísico del estímulo constante. Estos autores presentaban a los sujetos un único destello luminoso en cada ensayo el cual seguía a la onda R precedente después de una demora de 0, 100, 200, 300, 400 ó 500 mseg. La tarea del sujeto consistía en decidir si este estímulo luminoso era coincidente o no con su latido cardíaco.

La tarea diseñada por Brener y Kluvitse (1988) requería de los sujetos decidir cuál era el intervalo que producía los tonos que eran más coincidentes con el latido cardíaco. Para esto, al sujeto se le presentaban tonos que ocurrían con unos intervalos de 0, 100, 200, 300, 400 ó 500 mseg. después de la onda R. Disponía de un panel con seis llaves, cada una de las cuales activaba uno y sólo uno de los intervalos. El sujeto podía seleccionar una cualquiera de estas llaves y examinar los tonos durante tanto tiempo como quisiera. Podía cambiar de un intervalo a otro cuantas veces deseara, en cualquier orden y en cualquier momento antes de tomar su decisión. La duración de cada ensayo la marcaba, pues, el propio sujeto. En el ensayo siguiente, el orden de asignación de cada intervalo a cada llave variaba aleatoriamente. Antes de realizar la tarea de discriminación propiamente dicha, los sujetos realizaban una tarea de familiarización, en todo similar a la tarea de discriminación, en la que se les pedía juzgar la simultaneidad entre dos estímulos exteroceptivos (destellos luminosos, que reemplazaban en esta ocasión a la onda R, y tonos). La utilización de esta tarea resulta interesante ya que en las tareas de discriminación del latido cardíaco muchos sujetos tienen grandes dificultades en entender qué deben hacer.

En vista de los resultados obtenidos, Brener y Kluvitse argumentan que han conseguido un test menos sesgado de detección del latido cardíaco que los utilizados por Brener y Jones (1974); Katkin y cols. (1981) y por Whitehead y cols. (1977). En su opinión tiene la ventaja de ser una tarea que no favorece arbitrariamente una buena ejecución en unos sujetos más que en otros, no hay respuestas buenas o malas.

A pesar de las ventajas que supone sobre los anteriores el nuevo paradigma desarrollado por Brener y Kluvitse, tiene un gran inconveniente y es el de las demandas técnicas que supone su implementación. Para intentar solventar los inconvenientes técnicos, Brener, Liu y Ring (1993) deciden retomar, con algunas modificaciones, el método de los estímulos constantes desarrollado por Yates y cols. (1985). Considerando que los sujetos en el procedimiento de Yates y cols. no habían podido realizar con éxito la tarea propuesta debido a que disponían de menos información que en el paradigma de Brener-Kluvitse (cada ensayo constaba de un solo destello luminoso), Brener y cols. presentaron a los sujetos 10 tonos en cada ensayo presentados con cada una de las demoras respecto a la onda R utilizadas previamente por Yates, es decir, 0, 100, 200, 300, 400 ó 500 mseg. El hecho de cambiar el estímulo luminoso por el auditivo se debió a intentar minimizar la pérdida de información debida a cambios en la fijación ocular. Para examinar la fiabilidad y validez de esta modificación del método de los estímulos constantes, se correlacionaron las medidas obtenidas en la precisión con la cual se detectó el latido cardíaco y las localizaciones temporales de esta sensación, con medidas equivalentes derivadas del método de Brener-Kluvitse y con una variante del método de Whitehead. Esta variación consistía en no considerar de antemano al intervalo onda R+128 mseg. como simultáneo y al intervalo onda R+384 mseg. como no simultáneo, sino que dependiera de cada sujeto la elección del intervalo más coincidente con su latido cardíaco. Se realizaron también análisis para determinar si los índices de precisión y localización temporal obtenidos en cada procedimiento permanecían estables a través de la sesión experimental (es decir, la fiabilidad intratarea).

Los resultados obtenidos indicaron que había correlaciones significativas entre los tres métodos en cuanto a precisión en la detección. En la localización temporal existía una correlación significativa entre el método de los estímulos constantes y el de Brener-Kluvitse. En cuanto a la fiabilidad intratarea se correlacionaron los índices de precisión y localización temporal calculados de la primera y segunda mitad de cada tarea (método de división por la mitad). Los tres

procedimientos presentaron correlaciones significativas para el índice de precisión, sin embargo, sólo en el método de los estímulos constantes los sujetos mostraron consistencia en las localizaciones temporales de las sensaciones cardíacas.

Los sujetos en los tres procedimientos se clasificaron como detectores del latido cardíaco mediante un análisis estadístico χ^2 . Se encontró que un 54% eran detectores del latido cardíaco en el método de los estímulos constantes, un 50% en la tarea de BrenerKlavitse y un 33% en la tarea modificada de Whitehead (un porcentaje equivalente al encontrado por el propio Whitehead). A la vista de estos resultados, Brener y cols. concluyen que el método de los estímulos constantes resulta el procedimiento más adecuado para medir la detección del latido cardíaco. Desde un punto de vista técnico es más fácil de implementar que el procedimiento de Brener-Klavitse, siendo este igualmente útil. La utilización del método de los estímulos constantes, como técnica para valorar las diferencias individuales en la detección del latido cardíaco, ha recibido apoyo experimental por parte de Schneider, Ring y Katkin (1998).

Considerando las ventajas que supone el método de los estímulos constantes sobre los principales paradigmas de discriminación del latido cardíaco utilizados hasta la fecha, decidimos implementarlo en el laboratorio de Emoción y Motivación perteneciente al Departamento de Psicología Básica II de la UNED. A continuación pasaremos a describir los pasos que hemos seguido.

Disposición experimental

Para una mejor comprensión de la disposición experimental vamos a describir cómo llevaríamos a cabo un experimento con este método. Recordamos que se trata del método de los estímulos constantes, por tanto necesitamos un estímulo estándar y una serie de estímulos comparativos. En este caso consideraremos como estímulo estándar la sensación procedente del latido cardíaco y como estímulos comparativos, un estímulo externo que se le va a presentar al sujeto, de forma aleatoria, con una demora de 0, 100, 200, 300, 400 ó 500 msec. respecto a la onda R de su ECG. En este método necesitamos presentar al sujeto un gran número de ensayos para poder realizar con suficientes garantías los análisis estadísticos correspondientes, lo cual constituye uno de sus inconvenientes, ya que, a la mayoría, acaba resultando excesivamente monótono.

La estructura de un ensayo sería la siguiente: el sujeto recibe una señal de «preparado» que permanece visible durante 2 seg., a continuación un tren de 10 tonos generados por las sucesivas ondas R de su ECG con una cualquiera de las demoras respecto a ellas mencionadas anteriormente, por ejemplo, 400 msec. Una vez finalizados los tonos, se le presenta una señal de «responda». Es entonces cuando debe juzgar si estos tonos coinciden o no con las sensaciones procedentes de su latido cardíaco, apretando la llave de respuesta correspondiente (Sí/No), a continuación comenzará un nuevo ensayo. Desde la aparición de la última onda R del tren de 10 que forma cada ensayo hasta la nueva aparición de la señal de «preparado» transcurren 10 seg. Como hemos mencionado anteriormente se requieren un gran número de ensayos, por razones predominantemente técnicas, dividimos en bloques el total de ensayos. Cada bloque consta de 24 ensayos, en él se presentarán las distintas demoras de forma aleatoria el mismo número de veces. Considerando que hay 6 demoras diferentes y 24 ensayos, cada demora aparecerá 4 veces en cada bloque. El experimento total consta de 6 bloques y, por lo tanto de 144 ensayos.

Veamos ahora la disposición experimental y su implementación. Dado que los estímulos comparativos son disparados por la onda R del ECG de un sujeto, es necesario registrar este. Para ello utilizamos la derivación II que permite obtener una onda R con pocos artefactos de movimiento. El sujeto debe estar sentado cómodamente en una habitación aislada eléctrica y acústicamente.

En la disposición experimental desarrollada por nosotros, la señal procedente del ECG del sujeto pasa a una consola, que llamaremos consola del experimentador. Esta consola tiene incorporado un dispositivo que actúa a modo de un filtro que «corta» la señal del ECG a un nivel ajustable para cada sujeto, como puede apreciarse en la fig. 1.

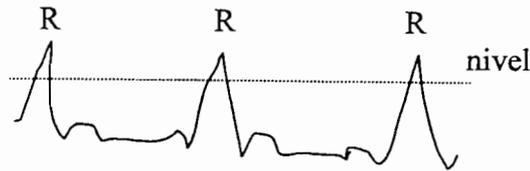


Figura 1.- Demostración de la generación de una señal de pulso a partir del ECG

Se asegura de esta manera que los tonos sean disparados únicamente por las ondas R, generándose una señal de pulso. Dicha señal de pulso pasa, por una parte, a un generador de señales que dará lugar a los estímulos comparativos y, por otra, al ordenador. Mediante programa, el ordenador mantiene activo o inactivo dicho generador de señales dependiendo del momento en el que se encuentre el ensayo: inactivo en la fase de preparación, activo en la fase de presentación de los estímulos comparativos. La activación ocurrirá además según el retraso previamente programado entre onda R y estímulos comparativos. Esta activación que ocurre en la consola del experimentador dará lugar a la generación de los estímulos comparativos, en nuestro caso tonos, que se presentarán en otra consola: consola del sujeto. Las respuestas del sujeto se recogen también en dicha consola desde donde se conducen al ordenador y allí se almacenan. La disposición experimental se esquematiza en el diagrama de flujo de la fig.2

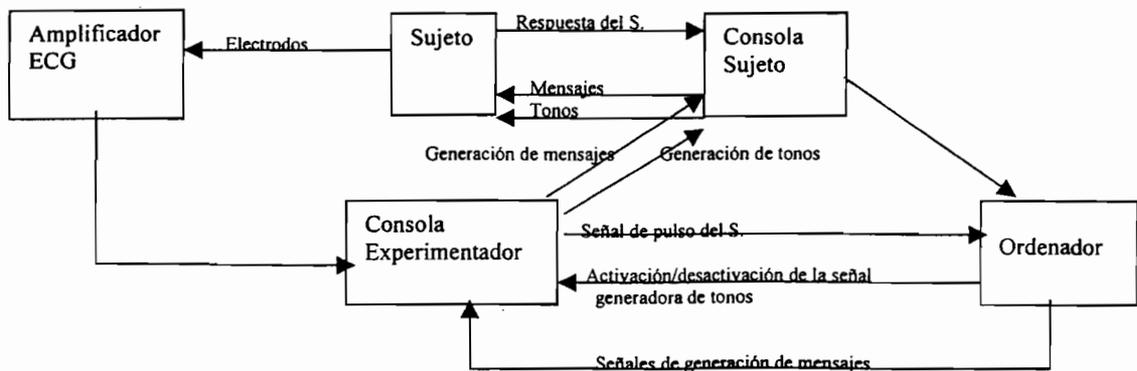
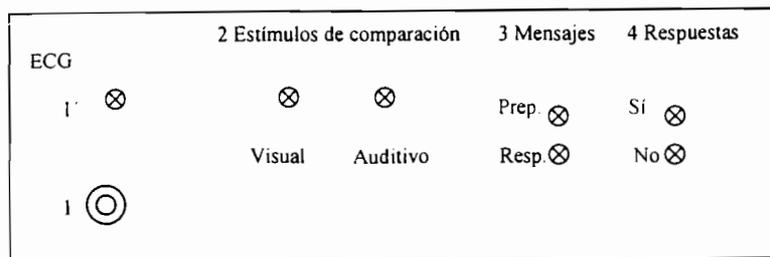


Figura 2.- Diagrama de flujo de la disposición experimental

La consola del experimentador se representa en la fig. 3

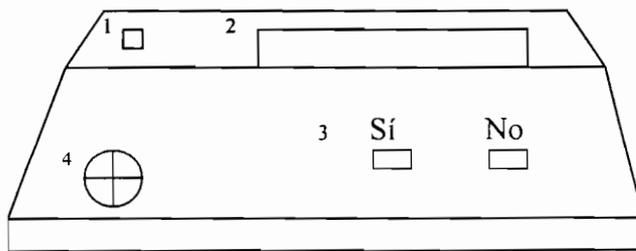


- 1'. Señal de pulso coincidente con la onda R del ECG del sujeto.
1. Mando de ajuste del filtro de nivel.
2. Indicadores luminosos de los estímulos comparativos coincidentes con su aparición en la consola del sujeto. Según si se programan estímulos auditivos, visuales o ambos aparecerá una señal pulsante en los indicadores correspondientes.
3. Indicadores luminosos de la aparición de mensajes en la consola del sujeto: «preparado» y «responda»
4. Indicadores luminosos que informan de la respuesta que da el sujeto en cada ensayo: «sí» coincidente o no coincidente con el latido cardíaco.

Figura 3.- Consola del experimentador

La consola del experimentador proporciona por tanto, una información puntual de la marcha del experimento en cada momento. Información que también aparece reflejada en la pantalla del ordenador.

En la fig. 4 se muestra un esquema de la consola del sujeto



1. Señal luminosa que se utiliza en la tarea de demostración.
2. Panel de mensajes: «Preparado» y «Responda».
3. Llaves de respuesta: «Sí» (el estímulo auditivo de comparación coincide con la sensación procedente del latido cardíaco), «No» (el estímulo auditivo de comparación no coincide con la sensación procedente del latido cardíaco).
4. Altavoz donde se emiten los tonos.

Figura 4.- Consola del sujeto

Programa de ordenador

El experimento se activa mediante un programa que dispone de los siguientes menús:

- **OPCIONES:** cuenta con los siguientes submenús:
- **Referencia:** permite seleccionar el tipo de estímulo comparativo que el sujeto tendrá que juzgar como simultáneo o no simultáneo respecto a su latido cardíaco. Las opciones son:
 - *Luminosa:* se presentarán destellos luminosos
 - *Acústica:* se presentarán tonos
 - *Luminosa + acústica:* se presentarán simultáneamente ambos estímulos.
- **Demora:** permite seleccionar la cantidad de demoras entre onda R y estímulos comparativos que el sujeto tendrá que juzgar como coincidentes con su latido cardíaco. Las opciones son : 0, 100, 200, 300, 400, 500 mseg. De esta manera no solamente se pueden programar experimentos del tipo de los estímulos constantes (en el que seleccionaríamos el rango completo de demoras), sino también los paradigmas más utilizados en la literatura como puede ser el de Whitehead. En este caso seleccionaríamos únicamente dos demoras: una que utilizaríamos como simultánea con el latido cardíaco y otra como no simultánea.
- **Parámetros:** permite seleccionar:
 - *Periodo:* número de ondas R que dispararán los estímulos comparativos que componen un ensayo (en nuestro caso 10 ondas R).
 - *Tiempo de respuesta:* tiempo que media entre la última onda R del ensayo anterior y la señal de «preparado» del ensayo vigente (en nuestro caso 10 seg.).
 - *Tiempo de fijación:* tiempo que permanecen visibles los mensajes (preparado/responda) en la consola del sujeto (2 seg. en nuestro caso).
 - *Iteraciones:* número de veces que se repetirán dentro del bloque establecido las demoras previamente seleccionadas. En nuestro caso programamos 4 ciclos, con lo cual el número de ensayos que compondrán el bloque será de 24 y el número de veces que aparecerá cada demora será de 4, ya que previamente se han seleccionado las 6 demoras posibles.
- **SORTEO:** permite sortear el orden en el que aparecerán todas las demoras dentro del bloque establecido, es decir, el ordenador aleatoriamente asignará el orden en el que aparecerán las 6 demoras, cada una de ellas repetidas 4 veces, dentro de los 24 ensayos en nuestro caso. Antes de comenzar un nuevo bloque de ensayos se volverá a sortear el orden de presentación con lo cual evitaremos errores de habituación por parte del sujeto.
- **ENSAYO:** comienzo de la experiencia propiamente dicha. El sujeto comenzará a recibir los trenes de tonos que conformarán el ensayo y, al final de este, dará su respuesta («Sí»: los tonos coinciden con los latidos cardíacos; «No»: los tonos no coinciden con los latidos cardíacos). El proceso se repetirá según el número de ensayos programados. Los datos se almacenarán en un fichero al finalizar el bloque de ensayos.
- **DATOS:** permite ver o imprimir los datos correspondientes a cada bloque de ensayos.
- **DEMO:** permite programar una tarea de demostración, previa a la tarea de discriminación, que resulta muy útil ya que, en general, los sujetos tienen grandes dificultades en entender lo que tienen que hacer. En este caso el sujeto tendrá que juzgar si dos estímulos externos (destellos luminosos y tonos) son simultáneos o no. Las demoras entre ellos serán las mismas que las que se utilizarán entre los tonos y la onda R (es decir, podrán ser de 0, 100, 200, 300, 400, 500 mseg.). El estímulo luminoso sustituye ahora a la onda R, los tonos tienen la misma función. De esta manera el sujeto tiene la oportunidad de familiarizarse con las distintas demoras y le resultará más fácil la tarea de discriminación del latido cardíaco, por otra parte, si un sujeto es incapaz de realizar con éxito la tarea de demostración no tiene sentido continuar con la experiencia. Para la tarea de demostración es suficiente con un bloque de 24 ensayos.

Fiabilidad del dispositivo experimental

Es muy importante en los experimentos sobre detección del latido cardíaco, para poder llegar a conclusiones sobre si los sujetos disponen o no de esta capacidad, comprobar dos tipos de fiabilidad del dispositivo experimental: en primer lugar hay que demostrar que en la consola del experimentador se detectan las ondas R correctamente y, en segundo lugar hay que comprobar que los retrasos aleatorios de 0, 100, 200, 300, 400 ó 500 msecs. con los que se producen los tonos que el sujeto oye, se presentan efectivamente con estos retrasos.

La comprobación de la correcta detección de ondas R se llevó a cabo de la siguiente manera: el programa de ordenador en la opción de datos nos proporciona el tiempo de ocurrencia de la primera y de la última onda R del tren de 10, que hemos dicho que constituye un ensayo, de esta manera podemos saber la duración de cada tren. Por otra parte, mediante un sistema de adquisición independiente de señales fisiológicas (ver Grzib, Quirós, Briales, y Medina, 1995) se obtienen las sucesivas ocurrencias en el tiempo de cada onda R, pudiéndose así calcular la duración de cada tren de ondas R que forman el ensayo. Correlacionando las duraciones de los 24 ensayos que componen un bloque obtenidas mediante ambas formas, se encontró una de .9999 la \bar{x} de duración de ondas R obtenidas mediante el programa de ordenador fue de 7193.33 y su S_x de 264.5907. Estos datos son prácticamente iguales a los obtenidos mediante el sistema independiente de adquisición (la \bar{x} en este caso fue de 7192.6250 y la S_x correspondiente de 265.1063).

Dado que los datos vienen expresados en milisegundos, puede apreciarse que la duración de los trenes de ondas R que detecta la disposición experimental es igual a la recogida de forma independiente con el sistema de adquisición de señales. Esto permite inferir que de hecho la disposición experimental recoge fiablemente el distanciamiento entre las ondas R en cada tren.

En cuanto al segundo tipo de fiabilidad, la comprobación de los retrasos se efectuó de la siguiente manera: mediante el sistema de adquisición de señales fisiológicas, ya mencionado, se adquirió en un canal el ECG del sujeto y en otro canal las señales de tonos. Dicho programa permite obtener el tiempo de ocurrencia de cada onda R y el tiempo de ocurrencia de cada tono. Por otra parte, el programa de ordenador de la disposición experimental nos permite conocer cuál ha sido el retraso programado en cada ensayo. Para cada uno de los retrasos programados (0, 100, 200, 300, 400 y 500 mseg.) se correlacionó el tiempo de ocurrencia de cada onda R que forma el tren de 10 latidos con el tiempo de ocurrencia de cada tono. En todos los casos se obtuvo una $r_{xy}=1.00$. Esta correlación perfecta lo que indica es que el retraso entre onda R y tono es fijo en cada caso, pero no si el retraso ocurre efectivamente en el tiempo en que se ha programado. Para aclarar este aspecto se exponen en la tabla 1 las medias de tonos y ondas R, las diferencias entre ambas, así como las desviaciones típicas de las señales de ondas R y tonos para cada retraso programado.

Como puede observarse, las diferencias entre las desviaciones típicas son en todos los casos centésimas de milisegundos. Las diferencias entre las medias se acercan a los retrasos programados, aunque en todos los casos el tono ocurre ligeramente antes. La diferencia media mayor entre retraso programado y retraso medido es de -3.65 mseg. y la menor es -2.75 mseg. (ver cifra entre paréntesis). Estas diferencias, de hecho inapreciables, pueden explicarse, por otra parte, debido a la diferente forma de detección de la onda R. En el caso del sistema independiente de adquisición de señales fisiológicas se detecta el pico de la onda R y en el caso del dispositivo experimental, la detección viene determinada por el filtro de nivel que se ha establecido, como puede apreciarse en la fig. 1. Esta detección es la que dispara los tonos con los retrasos programados. Por tanto, la discrepancias observadas son un artefacto y no ocurren en la realidad.

Tabla 1.- Medias correspondientes al tiempo de ocurrencia de cada tono y de cada onda R para cada uno de los retrasos programados, diferencia entre ambas y desviaciones típicas.

Retrasos	\bar{x} Tonos	\bar{x} Ondas R	Diferencia	S _x Tonos	S _x Ondas R
0	228499.95	228503.45	-3.5*	144763.325	144763.294
100	179246.275	179149.925	96.35 (3.65*)	144615.042	144615.017
200	281248.9	281052.025	196.875 (3.125*)	139063.609	139063.796
300	253449.71	253152.631	297.078 (-2.92*)	153345.738	153346.191
400	237779.282	237392.769	396.512 (-3.487*)	111155.562	111155.443
500	379996.45	379499.225	497.225 (-2.75*)	139924.469	139924.517

*diferencias en milisegundos entre el retraso programado y el encontrado mediante el sistema de adquisición de señales fisiológicas.

Conclusiones

En la mayoría de métodos de discriminación del latido cardíaco, el porcentaje de sujetos que alcanza el criterio de discriminación es relativamente bajo (aproximadamente un 33% en el caso de Whitehead; en el método de los estímulos constante, el porcentaje de sujetos, aunque mayor, tampoco es relativamente alto, nunca ha sido superior al 54%). A pesar de que estos métodos han superado las críticas referentes a que las manipulaciones que haga el sujeto afectarán por igual tanto a los estímulos externos "coincidentes" con el latido cardíaco como a los "no coincidentes", siempre cabe preguntarse si realmente los sujetos disponen de esta capacidad. ¿Qué es lo que realmente discriminan los sujetos?. Se supone que se discrimina la contracción ventricular por ser el evento más «potente» que tiene lugar dentro de todo el ciclo cardíaco, pero realmente no hay seguridad de que todos los sujetos discriminen este evento. Las diferencias individuales en cuanto al lugar donde teóricamente se localiza la sensación son muy grandes. En este sentido, el método de los estímulos constantes supone una ventaja sobre métodos como el de Whitehead, al no «obligar» al sujeto a elegir entre dos demoras fijas. Sin embargo, incluso en este método, no se puede eliminar la posibilidad de que el sujeto no utilice la interocepción como requisito indispensable para la detección del latido cardíaco. Algunos sujetos se pueden basar para hacer la discriminación en alguna indicación externa, por ejemplo viendo el movimiento que se produce en su pecho.

Uno de los retos que se plantea, por tanto, es demostrar que la interocepción de respuestas viscerales es posible. Para esto, un requisito básico es tener la completa seguridad de que el dispositivo experimental no introduzca errores que puedan distorsionar los datos que se obtengan. Esta razón, junto a la dificultad de implementar el dispositivo experimental, nos ha llevado a realizar el presente estudio.

Referencias

- Adám, (1967). *Interoception and behavior* Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Adám, (1980). *Perception, consciousness, memory, reflections of a biologist* Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Ashton, R., White, K.D., y Hodgson, G. (1979). Sensitivity to heart rate: A Psychophysical study. *Psychophysiology*, 16 (5), 463-466.
- Brener, J. (1977). Sensory and perceptual determinants of voluntary visceral control. En G.E. Schwartz y J.

- Beatty (Eds.), *Biofeedback. Theory and research* (PP 29-66). New York: Academic Press.
- Brener, J., y Jones, J.M. (1974). Interoceptive discrimination in intact humans: Detection of cardiac activity. *Physiology and behavior*, 13, 763-767.
- Brener, J., y Kluitse C. (1988). Heartbeat detection: Judgement of the simultaneity of external stimuli and heartbeats. *Psychophysiology*, 25, (5), 554-561.
- Brener, J., Liu, X., y Ring, C. (1993). A method of constant stimuli for examining heartbeat detection: Comparison with the Brener-Kluitse and Whitehead methods. *Psychophysiology*, 30, 657-665.
- Bykov, K.M. (1957). *The cerebral cortex and the internal organs*. New York: Chemical Publishing. (Original publicado en 1954).
- Cannon, W.B. (1927). The James-Lange theory of Emotion: A critical examination and alternative Theory. *American Journal of Physiology*, 79, 433-465.
- Chernigovskiy, V.M. (1967). *Interoceptors*. Washington, D.C.: American Psychological Association (Original publicado en 1960).
- Clemens, W.J. (1984). Temporal arrangements of signals in heartbeat discrimination procedures. *Psychophysiology*, 16; 332-346.
- DiCara, L.V., y Miller, N.E. (1968). Changes in heart rate instrumentally learned by curarized rats as evidence responses. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 65, 8-12.
- Ferguson, M.L. y Katkin, E.S. (1996). Visceral perception, anhedonia, and emotion. *Biological Psychology*, 42, 131-145
- Grzib, G., Quirós, P., Briales, C., y Medina, F. (1995). Sistema de adquisición de señales cardiovasculares. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 48 (3), 315-327.
- Hantas, M., Katkin, E.S., y Blascovich, J. (1982). Relationship between heartbeat discrimination and subjective experience of affective state. *Psychophysiology*, 19, 563 (Abstract).
- James, W. (1884). What is an emotion?. *Mind*, 9, 188-205.
- James, W. y Lange, C.G. (1920). *The emotions*. Baltimore: Williams and Wilkins.
- Katkin, E.S., Blascovich, J., y Goldband, S. (1981). Empirical assessment of visceral self-perception: Individual and sex differences in the acquisition of heartbeat discrimination. *Journal of Personality and Social Psychology* 40, (6), 1095 - 1101.
- Katkin, E.S., y Murray, E.N. (1968). Instrumental conditioning of autonomically mediated behavior: Theoretical and methodological issues. *Psychological Bulletin*, 70, 52-68.
- Kimmel, H.D. (1967). Instrumental conditioning of autonomically mediated behavior. *Psychological Bulletin*, 67, 337-345.
- Lange, C.G. (1887). *Über Gemütsbewegungen*. Leipzig: Thomas (original publicado en 1885).
- MacFarland, R.A. (1975). Heart rate perception and heart rate control. *Psychophysiology*, 12, (4), 402-405.
- Mandler, G. (1975a). The search for emotions. En L. Levi (Ed.). *Emotions: Their parameters and measurement* (pp. 1-15). New York: Raven Press
- Mandler, G. (1975b). *Mind and emotion*. New York: Wiley.
- Mandler, G., Mandier, J.M., Uviller, E.T. (1958). Autonomic feedback: The perception of autonomic activity. *Journal of Abnormal Social Psychology*, 56, 367-373.
- Martínez Selva, J. M. (1995). *Psicofisiología*. Madrid: Síntesis.
- Miller, N.E. (1969). Learning of visceral and glandular responses. *Science*, 163, 434-445.
- Montoya, P., Schandry, R. (1994). Emotional experience and heartbeat perception in patients with spinal cord injury and control subjects. *Journal of Psychophysiology*, 8, 289-296.
- Newman, P.P. (1974). *Visceral afferent functions of the nervous system*. London: Edward Arnold.
- Pegalajar, J. (1990). *Emoción y percepción visceral* En 5. Palafox y J. Vila (Coord.). *Tratado de Psicología General*, vol 8 (PP. 235-251). Madrid: Alhambra.
- Razran, G. (1961). The observable unconscious and the inferable conscious in current Soviet psychophysiology: Interoceptive conditioning, semantic conditioning, and the orienting reflex. *Psychological Review*, 68, 81-147.
- Reed, S.D., Harver, A., y Katkin, E.S. (1990). Interoception. En J.T. Cacioppo y L.G. Tassinary (Eds.), *Principles of psychophysiology. Physical, social, and inferential elements* (PP 253-291). Cambridge: Cambridge University Press.
- Schachter, S., y Singer, J.E. (1962). Cognitive, social and physiological determinants of the emotional state. *Psychological Review*, 69, 379-399.
- Schandry, R. (1981). Heart beat perception and emotional experience. *Psychophysiology*, 18, (4), 483-488.
- Schneider, T. R., King, C., y Katkin, E. S. (1998). A test of the validity of the method of constant stimuli as an index of heartbeat detection. *Psychophysiology*, 35, 86-99.
- Skinner, B.F. (1938). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. New York: Appleton-Century.
- Whitehead, W.E., Drescher, V.M., Heiman, P., y Blackwell, B. (1977). Relation of heart rate control to heartbeat perception. *Biofeedback and Self-Regulation*, 2, 371-392.
- Yates, A.J., Jones, K.E., Marie, G.V., y Hogben, J.H. (1985). Detection of heartbeat and events in the cardiac cycle. *Psychophysiology*, 22, 561-567.