

ISBN: 970-27-0770-6

EFFECTO DEL RITMO SUEÑO-VIGILIA SOBRE LA CONDUCTA DE CRONOMETRAJE EN RATAS

David Gabriel Luna Pérez*, Oscar García Leal y Héctor Eduardo Hernández Cárdenas*

Centro de Estudios e Investigaciones en Comportamiento
Universidad de Guadalajara

En el estudio experimental de la discriminación temporal tradicionalmente se han empleado intervalos de duración arbitraria (i.e. elegidos por el experimentador) con un rango de duración que va de los milisegundos a los pocos minutos. Resultados obtenidos bajo diversos procedimientos (e.g. programas de reforzamiento, pruebas de discriminación y psicofísicas de duración de un estímulo) y especies (e.g. peces, ratas, pichones, humanos) han mostrado que la desviación estándar de un intervalo cronometrado es proporcional a la magnitud de dicho intervalo. Este hecho se ha conocido como la *propiedad escalar* de la conducta de cronometraje, y se encuentra presente en una variedad de modelos teóricos que abordan el estudio del cronometraje de intervalos temporales (vrg. Gibbon, 1977; Killeen & Fetterman, 1998) y sus mecanismos, entre los cuales se pueden encontrar sistemas de reloj (o cronometraje), sistemas de memoria, y sistemas de toma de decisión (Gibbon y Church, 1994).

Recientemente se han reportado datos con ratas (Crystal, 2001) que muestran que, bajo ciertas condiciones, dicha propiedad se observa incluso al cronometrarse intervalos con pocas horas de duración (3 a 7 hrs.), aunque deja de observarse cuando la duración de los intervalos es cercana a la de los ritmos circadianos (22 a 26 hrs.). Este último aspecto es opuesto a la *propiedad escalar*, y sugieren una posible relación entre ritmos biológicos y precisión en el cronometraje de intervalos.

En este trabajo se exponen dos experimentos a través de los cuales se examinará el efecto que tiene el ritmo sueño-vigilia sobre la conducta de cronometraje en ratas.

Experimento 1

El propósito de este experimento es identificar si el momento en que las ratas entran en estado de vigilia puede operar como señal de inicio de un intervalo temporal que antecede a un periodo de disponibilidad de alimento. Las ratas vivirán en cámaras operantes, bajo un ciclo 12hrs. luz-oscuridad (i.e. un día de 24 hrs.), y estarán bajo un programa de restricción de alimento; una cantidad de éste se encontrará disponible en 2 ocasiones durante la fase de oscuridad a través de un dispensador. Dado que los intervalos entre disponibilidad de alimento se hallan dentro de los límites estudiados por Crystal (1999, Exp. 1) en los cuales se observó la propiedad escalar, se espera que si el inicio del

estado de vigilia es una señal relevante para la estimación de intervalos temporales, la tasa de respuesta previa a la ocasión de alimento (i.e. entradas al dispensador) será una proporción constante de la longitud del intervalo de tiempo que transcurra entre el inicio de vigilia y cada ocasión de disponibilidad.

Método

Participantes.

Seis ratas de la cepa wistar, experimentalmente ingenuas, con electrodos implantados en la cabeza que registren actividad electrofisiológica de estados de sueño y vigilia; los animales serán sometidos a una dieta de 15 a 20 g. de alimento por día. Durante el experimento la dieta consistirá en bolitas de alimento de 45 mg.

Aparatos.

Seis cámaras de condicionamiento operante idénticas colocadas dentro de cubículos de aislamiento acústico con un generador de ruido blanco integrado. Cada cámara estará equipada con un dispensador de alimento tipo copa montado sobre la pared frontal de la cámara. Una fotocelda colocada al interior del dispensador detectará las entradas a éste y un transmisor emitirá un *clic* cuando dicha conducta ocurra. Se utilizará un foco para iluminar el interior de la cámara y una botella con agua será colocada fuera de ésta, con un tubo que insertado por debajo del dispensador. Los electrodos implantados en la cabeza de los animales serán conectados a un polígrafo para registrar la actividad electrofisiológica. Para la programación y registro de eventos se utilizará un equipo de cómputo Windows 95 conectado a una interfase.

Procedimiento

Regulación del ritmo sueño-vigilia.

Las ratas serán colocadas en cajas habitación-individual, en una colonia en la cual la luz se encenderá a las 08:00 hrs. y se apagará a las 20:00 horas. Los sujetos estarán expuestos a esta condición hasta que se establezca su ritmo sueño-vigilia (i.e. que la rata duerma o esté en vigilia durante periodos regulares dentro del ciclo).

Preentrenamiento.

Consistirá de dos sesiones diarias en las que las ratas serán transportadas a las cámaras experimentales a la misma hora (i.e. 09:30 hrs.). Una bolita de alimento será entregada cada 60 segundos (TF-60s), y un *clic* ocurrirá 0.5 segundos previos a cada entrega. Concluida cada sesión las ratas serán regresadas a sus cajas habitación.

Entrenamiento.

Iniciará a las 08:05 hrs. el día posterior al término del preentrenamiento. Las ratas serán colocadas en las cámaras experimentales, que replicarán las condiciones luz-

oscuridad mantenidas en la colonia donde antes habitaron. El alimento será restringido, y se permitirá su obtención sólo durante dos ocasiones durante cada periodo de oscuridad. El intervalo de tiempo entre el inicio del estado de vigilia y el inicio de la primera ocasión para la obtención de alimento (parámetro t) tendrá una duración de $t = \alpha + 180$ minutos, donde α equivale al tiempo promedio que un animal pase en estado de vigilia previo al inicio del periodo de oscuridad. El intervalo de tiempo entre el inicio de la primera ocasión y el inicio de la segunda será igual a t (ver Figura 1)¹. Durante ambas ocasiones de disponibilidad de alimento, una respuesta (i.e. entrada al dispensador de agua) romperá la fotocelda y con esto se liberará una bolita de alimento usando un programa de intervalo variable (IV). El valor inicial del programa de intervalo será de 20 segundos (IV-20s); y será ajustado a fin de mantener un consumo de 10g. de alimento por ocasión (i.e. la cantidad máxima que pueden obtener los sujetos será de 20g. de alimento en cada periodo de oscuridad). El entrenamiento durará un mes aproximadamente, y los experimentadores rellenarán el dispensador alimento y la botella con agua una vez al día.

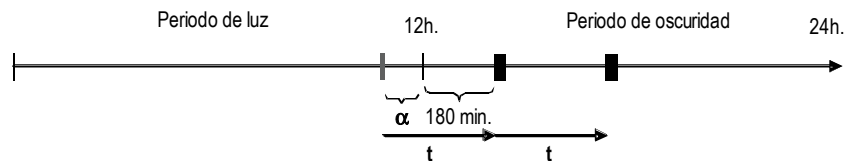


Figura 1. Divide el ciclo luz-oscuridad en periodos de 12 horas de duración, las barras negras sobre el periodo de oscuridad indican ocasiones de disponibilidad de alimento. Se representa el parámetro t como el resultado de la suma del parámetro α más 180 minutos. El intervalo de tiempo entre la primera y segunda ocasión para obtener alimento equivale a la duración de t .

Resultados esperados

Si el animal es capaz de emplear el momento en que entra en estado de vigilia como una señal que indique el inicio de un intervalo temporal, entonces deberán observarse las siguientes condiciones: 1) la distribución de sus respuestas previas a ambas ocasiones de disponibilidad de alimento no mostrará diferencias significativas; 2) la distribución de dichas respuestas ocupará un lapso de tiempo proporcional a la duración del parámetro t . Por el contrario, si el animal empleó el momento en que se extinguen las luces como señal que marca el inicio de dicho intervalo, no se esperará el cumplimiento de dichas condiciones.

¹ Habrá que considerar que diferentes ratas podrán generar diferentes valores para el parámetro α , lo cual implicará diferencias en el parámetro t particulares a cada sujeto.

Experimento 2

Datos obtenidos con humanos sometidos a una situación de aislamiento y bajo condiciones lumínicas constantes (véase: Aschoff, 1990) muestran que tras desajustarse el ritmo sueño-vigilia (i.e. mantener el periodo de vigilia por encima o por debajo del habitualmente mantenido en condiciones de luz-oscuridad) la estimación de intervalos de una hora se ve afectada. El efecto es una sobreestimación de dichos intervalos que además muestra una correlación positiva entre el error en la estimación del intervalo y la duración del periodo de vigilia.

Una vez determinado si el momento en que el animal entra en estado de vigilia opera como un criterio para determinar el inicio de un intervalo de tiempo, resulta pertinente analizar si el desajuste en el ritmo sueño-vigilia puede afectar la estimación que el animal hace sobre dicho intervalo (como sucede en humanos). Detectar la existencia de este fenómeno, al menos replicado en cierto grado en sujetos no humanos, sugeriría la presencia cuando menos a nivel conductual, de similitudes en la percepción del paso de tiempo entre especies no humanas (para este estudio, ratas) y humanos.

Método

Participantes.

Se emplearán ratas con las mismas características antes mencionadas.

Aparatos.

Se empleará el mismo equipo que en el experimento anterior.

Procedimiento

Durante dos semanas las ratas estarán expuestas a un ciclo de 12hrs. luz-oscuridad, con la finalidad de ajustar su ritmo sueño-vigilia, obtener datos de la duración y distribución de éste en línea base, y para obtener valores para el parámetro α y t . Logrado esto, las condiciones cambiarán a luz constante (i.e. ciclo 12hrs. luz-luz), y permanecerán así durante el resto del experimento. Se registrará la alteración ocasionada en el ritmo sueño-vigilia (i.e. cambios en la duración y distribución) y una vez que ésta se haya estabilizado iniciará el preentrenamiento y el entrenamiento.

Preentrenamiento.

Se empleará el mismo que en el experimento anterior.

Entrenamiento.

Será idéntico al empleado durante el experimento anterior, salvo que la cámara experimental estará en condiciones de iluminación constante.

Resultados esperados

Si el desajuste del ritmo sueño-vigilia tiene efectos sobre la conducta de cronometraje de intervalos, una comparación entre las ejecuciones mostradas por los animales en ambos experimentos podrá revelar la existencia de diferencias significativas entre ellas. Se esperará encontrar evidencia de que posibles desviaciones en la distribución de las respuestas se correlacionen con el ritmo sueño-vigilia mantenido durante este experimento.

Implicaciones de este estudio

Crystal (2001, Exp. 1) ha reportado que bajo condiciones luz-oscuridad las ratas son capaces de iniciar el cronometraje de intervalos cuya duración va de 3 a 7 horas con respecto a un cambio en las condiciones lumínicas (i.e. apagar la luz). Identificar si las ratas pueden o no cronometrar la duración de un intervalo dentro del rango reportado por dicho autor, a partir del momento en que éstas entran en estado de vigilia, sugiere que dichos animales son capaces de utilizar otras fuentes de información para realizar esta tarea, además de los cambios ambientales.

Bajo ritmo sueño-vigilia en desajuste, identificar desviaciones en las respuestas anticipatorias previas al momento de disponibilidad de alimento podría sugerir, por una parte, que los mecanismos implicados en el cronometraje de intervalos temporales requieren ciertas condiciones fisiológicas para su óptimo funcionamiento. No obstante, esta sugerencia requerirá de mayor investigación a fin de comprobar su veracidad e identificar qué mecanismo particular resulta posiblemente afectado bajo tales condiciones. Por otra parte, dependiendo de las desviaciones encontradas, podría sugerirse la existencia de similitudes a nivel conductual de la percepción del tiempo entre la especie aquí estudiada (ratas) y humanos.

Similitudes y diferencias encontradas entre las ejecuciones dadas por los participantes de este estudio y las reportadas en humanos bajo procedimientos análogos (véase: Allan, 1998) será de utilidad en la refinación de los modelos teóricos (e.g. *Scalar Timing Theory, Behavioral Theory of Timing*) que abordan el estudio del cronometraje de intervalos temporales y los mecanismos implicados a dicha tarea.

Referencias

Allan, L.G. 1998. The influence of the scalar timing model on human timing research. *Behavioural Processes* 44 (2): 101-117

Gibbon, J. 1977. Scalar Expectancy Theory and Weber's Law in Animal Timing. *Psychological Review* 84 (3): 279-325

Gibbon, J. & Church, R.M. 1984. Sources of variance in an information processing of timing. In: H.L. Roitblat, T.G. Bever & H.S. Terrace (eds.). *Animal Cognition*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.

Killeen, P.R. & Fetterman, J.G. 1998. A Behavioral Theory of Timing. *Psychological Review* 95 (2): 274-295

Crystal, J.D. 2001. Circadian Time Perception. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* 27 (1): 68-78

Aschoff, J. 1990. Circadian Temporal Orientation. pp. 3-31. In: Blackman, D.E. & Lejeune, H. (eds.). Behaviour Analysis in Theory and Practice. Contributions and Controversies. Church Road, U.K.: Erlbaum.