

INFLUENCIA DEL HORARIO DE TRABAJO EN DIVERSOS PARAMETROS BIOLÓGICOS

M. Carmen Ugarte Oterino

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Centro Nacional de Nuevas Tecnologías

Técnico de Prevención del Programa de Seguimientos Específicos

INTRODUCCION

De igual forma a como se modifican los TLV's en función del tiempo de exposición con respecto al normal de 8 horas/día y 40 horas/semana, podría pensarse en la modificación de éstos, no en función del número de horas de exposición sino de cuándo tienen lugar estas horas. Esta es la opinión generalizada sobre el tema, aunque no hay por el momento una fórmula matemática que nos ayude a modificar el TLV en función de las fluctuaciones circadianas del metabolismo y de la sensibilidad de la persona afectada.

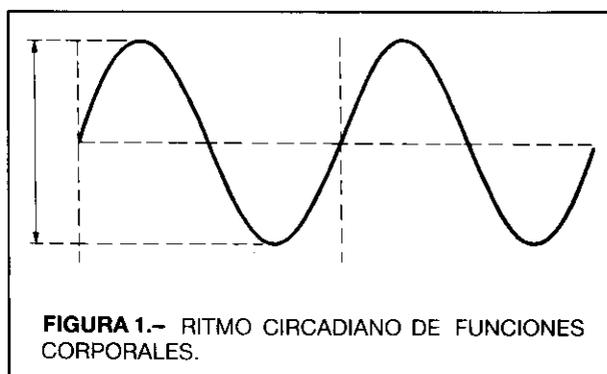
La bibliografía refleja una considerable controversia sobre los efectos del trabajo a turnos en la salud y en el bienestar. Mientras que en algunos estudios se observan pocos efectos perjudiciales, la opinión generalizada demuestra la existencia de efectos adversos tales como:

- Alteraciones del sueño, tanto cuantitativas como cualitativas, que llevan consigo un mayor consumo de alcohol e hipnóticos.
- Problemas gastrointestinales.
- Trastornos psíquicos.

CONCEPTO DE RITMO CIRCADIANO

Evidentemente, el grado y el tipo de efecto dependerá de si el horario de trabajo es fijo, por ejemplo, de noche, o de si hay rotación de turnos. El problema está directamente relacionado con los ritmos circadianos, debido a que algunos períodos de trabajo coinciden con algunos períodos tradicionales de descanso, de modo similar a como ocurre en desplazamientos transoceánicos. Se puede definir el ritmo circadiano como la fluctuación repetitiva en un período de aproximadamente 24 horas de ciertos parámetros corporales. No todas las funciones corporales siguen ritmos circadianos, algunas siguen ritmos anuales, otras mensuales y otras incluso, siguen ritmos con períodos menores de un día (ultradianos).

Se conoce relativamente poco acerca de las implicaciones sobre la salud de los ciclos de larga duración, pero existe otra periodicidad que sí parece que influye más en la persona y que es el ritmo circadiano. Estos ritmos se pueden medir en la mayoría de los parámetros fisiológicos y bioquímicos y mediante muchos tests psicológicos. En general, la mayoría de estas funciones presentan un pico de máxima actividad durante el día y descienden a un mínimo durante la noche. A menudo, es conveniente, aunque no siempre exacto ajustar estos ritmos a una función senoidal (fig. 1). En la práctica, las medidas no se ajustan exactamente a una función de este tipo (fig. 2).



Se llama acrofase (ϕ) al tiempo en el que tiene lugar el máximo de la representación gráfica de los datos, en la escala de 24 horas. La amplitud del ritmo (A) es la mitad de la diferencia entre el máximo y el mínimo y suele ser muy pequeña, así en el ejemplo de la figura 2, que representa temperaturas orales, la amplitud es de 0.4°C (2,3). Sin embargo, el conocimiento de que estos pequeños cambios ritmicos en las funciones corporales pueden afectar seriamente nuestra salud y comportamiento profesional ha provocado un gran interés en el estudio de cómo estos ritmos pueden ser controlados y qué les afecta.

Hay factores ambientales que nos imponen estos ritmos circadianos. El factor más claro es el ciclo de



FIGURA 2.- RITMO CIRCADIANO NORMAL DE LA TEMPERATURA CORPORAL (ORAL). OTROS PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y PSICOLÓGICOS MUESTRAN EL MISMO ASCENSO DURANTE EL DÍA Y DESCENSO DURANTE LA NOCHE.

luz oscuridad, aunque existe otro ciclo rítmico de 24 horas que es el de las fluctuaciones del campo electromagnético terrestre.

Una teoría sobre la influencia de la luz-oscuridad en los ritmos circadianos está basada en el funcionamiento de la glándula pineal, también llamada "tercer ojo" porque en muchas especies está situada cerca de la superficie del cerebro y puede detectar directamente la luz. En el hombre esta función es discutible ya que no responde directamente a la luz. Sin embargo, recientemente, en experimentos con animales se ha observado la influencia de la luz recibida por la retina en la glándula pineal. Algunos de los impulsos generados en la retina se desvían de la ruta visual y alcanzan la glándula pineal. Esta libera una hormona llamada melatonina en relación inversa a la cantidad de luz recibida por el ojo. Así, cuando la intensidad de luz es alta, el nivel de melatonina en sangre es bajo y viceversa. A su vez la melatonina influye en la actividad del sistema endocrino. Cuando el nivel de luz es bajo, el alto nivel de melatonina inhibe el sistema endocrino provocando una disminución en la excreción de hormonas como corticosteroides. A través de su influencia en el sistema endocrino, la melatonina es posiblemente la causa de la variación rítmica de parámetros tales como la temperatura corporal, la velocidad metabólica, el ritmo cardíaco, la ventilación pulmonar, la actividad, etc.

Tomando como referencia la temperatura corporal, hay parámetros que están en fase con ella, como por ejemplo la presión sanguínea, el ritmo cardíaco en descanso y en trabajo, etc. (4). Hay otros que están ligeramente desfasados como es la fuerza de la mano medida con un dinamómetro y la coordinación neuromuscular y otros con las fases opuestas como es la recuperación del ritmo cardíaco a los 5 minutos de realizar un trabajo y la apreciación subjetiva del ejercicio realizado (fig. 3). En función de la acrofase de la temperatura corporal, se puede hacer una clasificación de las personas en "gente de mañana" y "gente de tarde".

EXPERIENCIAS LLEVADAS A CABO EN LABORATORIO

El primero que se cuestionó si el ritmo de la temperatura rectal se podía invertir trabajando de noche y durmiendo de día fue el fisiólogo Ugo Mosso en 1887. Después de los experimentos llevados a cabo consigo mismo (fig. 4) anticipó la existencia de lo que ahora se conoce con el nombre de ritmo endógeno y puso de manifiesto dos propiedades características de este ritmo que se pueden definir como rigidez y plasticidad (5).

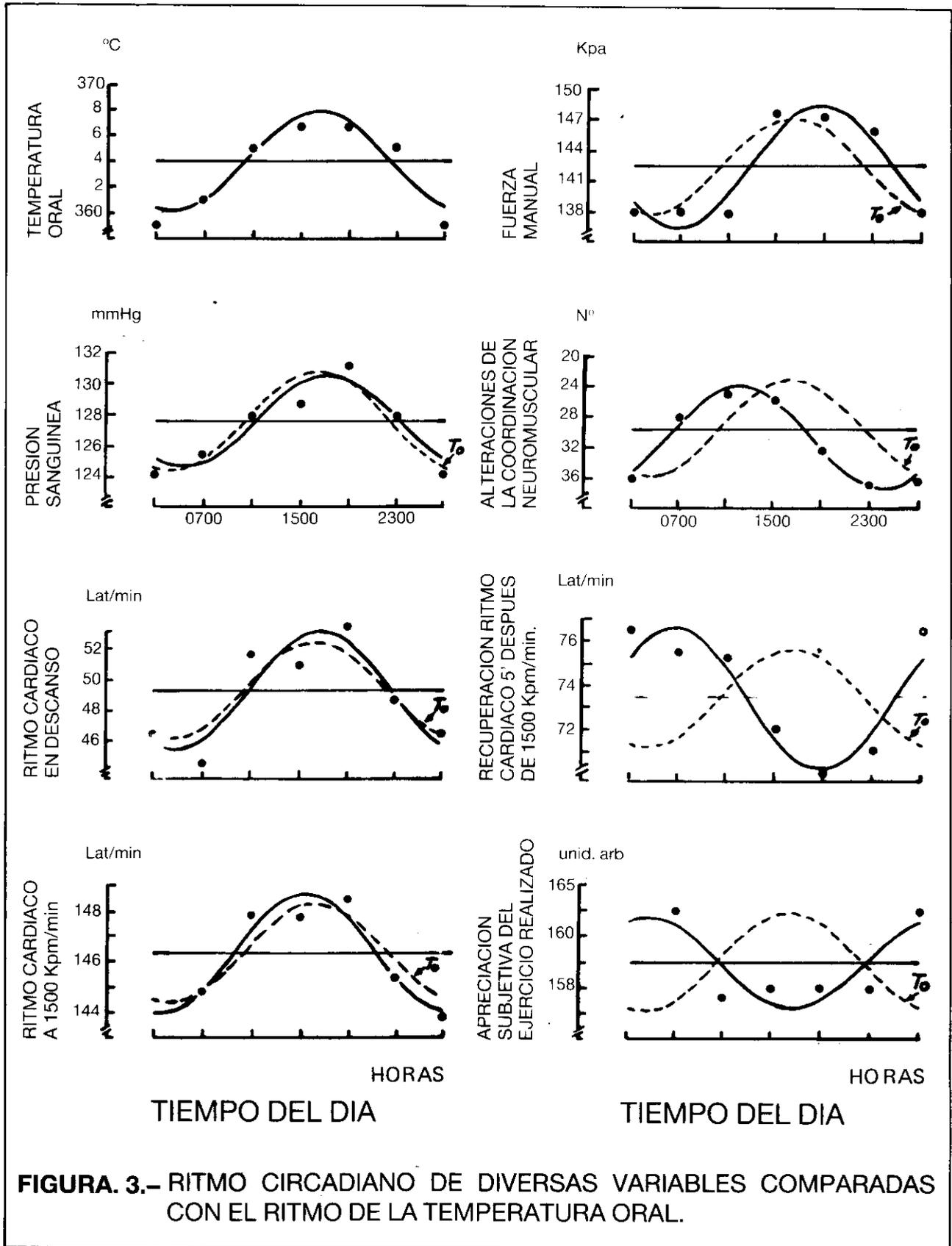
La alternancia rítmica entre actividad y sueño está basada en mecanismos endógenos, pero está sometida a influencias exógenas. La base endógena de esta alternancia se muestra por la persistencia de ritmos circadianos en un ambiente constante libre de pistas acerca del tiempo que está transcurriendo (6). En estas condiciones ("freerunning"), los ritmos que se observan en las diferentes variables pueden permanecer sincronizados aunque desfasados unos de otros, o bien pueden desincronizarse mostrando cada uno de ellos una frecuencia diferente.

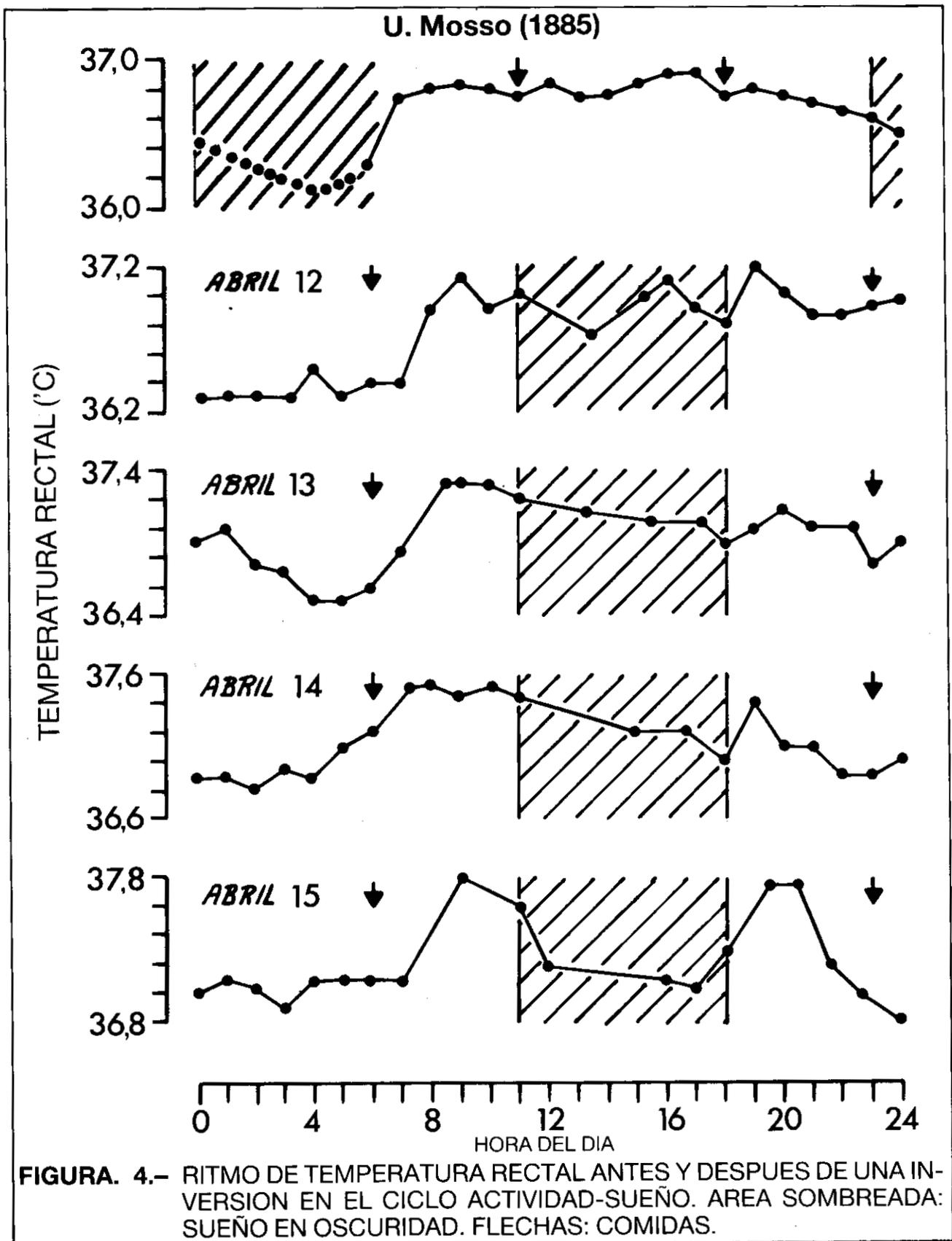
En ausencia de pistas sobre el tiempo, los ritmos circadianos persisten con períodos que se desvían ligeramente de 24 horas. En la mayoría de los casos, los ritmos de las variables permanecen sincronizados con un período común próximo a 25 horas (fig. 5). En el estado estacionario, el máximo y el mínimo de la temperatura corporal tienen lugar considerablemente antes que los de la actividad, en contraste con lo que ocurre en condiciones normales de luz-oscuridad. Como consecuencia de ello, el sueño transcurre durante un período de aumento de temperatura corporal. Cuando estas experiencias se realizan con varias personas juntas, el continuo contacto social entre ellas provoca una mutua sincronización de sus ritmos con períodos que siguen siendo próximos a 25 horas.

Cuando el sueño tiene lugar en condiciones de control endógeno solamente, no sólo se desfasa del ritmo de temperaturas, sino que además varía su estructura en cuanto al orden y duración de los diferentes estados.

A pesar de que es más frecuente el estado de sincronización interna en los casos de "freerunning", se han observado también bastantes casos de desincronización (6). Por ejemplo, en un estudio realizado con 155 personas, en 53 de ellas se observó desincronización interna, es decir, los ritmos de actividad y temperatura rectal diferían en el período. Mientras que el período de la temperatura rectal permaneció próximo a 25 horas, el de actividad-sueño varió entre 12 y 65 horas.

En el laboratorio, los ritmos circadianos se pueden sincronizar de un modo artificial, por ejemplo





imponiendo ciclos de luz-oscuridad de períodos variables, llegando a la conclusión de que sólo es posible la sincronización cuando los ritmos impuestos tienen períodos entre 23 y 27 horas (6). En estos casos se ha observado que al disminuir el período impuesto la fracción de sueño aumenta y la acrofase de la temperatura rectal se retrasa más que la de la actividad con lo que las personas se hacen "más de tarde". También se ha observado que al aumentar el período, el sueño transcurre durante un aumento de temperatura corporal mientras que cuando el período disminuye sucede lo contrario (fig. 6). Este hecho es importante ya que influye en la duración del sueño. Los ritmos circadianos están controlados por dos osciladores de diferente fuerza y capacidad de ajuste. El oscilador más débil que controla el ritmo de actividad tiene una capacidad de ajuste mayor que el oscilador más rígido que controla el ritmo de temperatura corporal. Esto significa que bajo la influencia de un ritmo artificial que se desvíe significativamente de 24 horas, el ritmo de actividad permanece sincronizado mientras que el ritmo de temperatura corporal se desincroniza alcanzando una situación de "freerunning" con un período próximo a 25 horas (6).

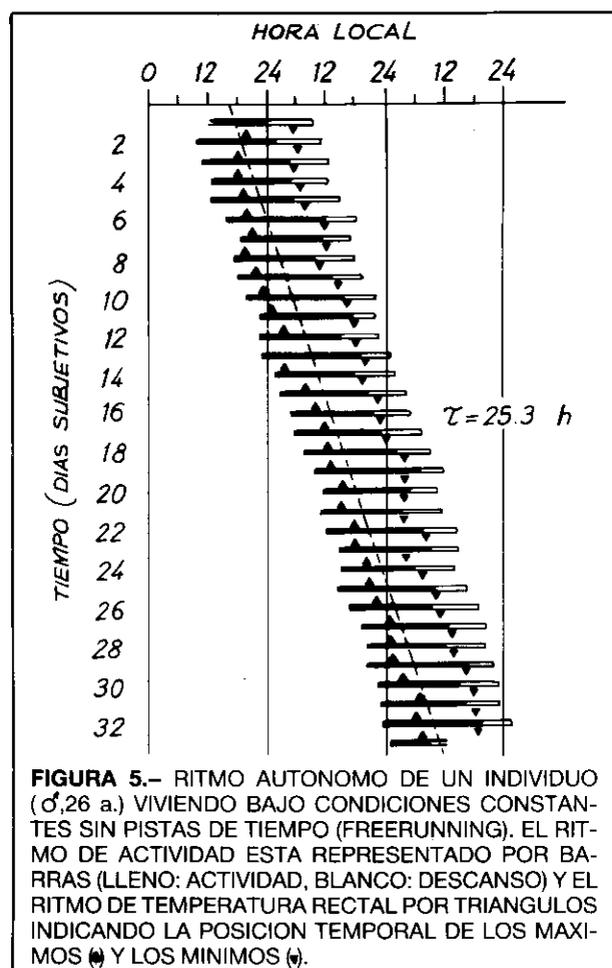


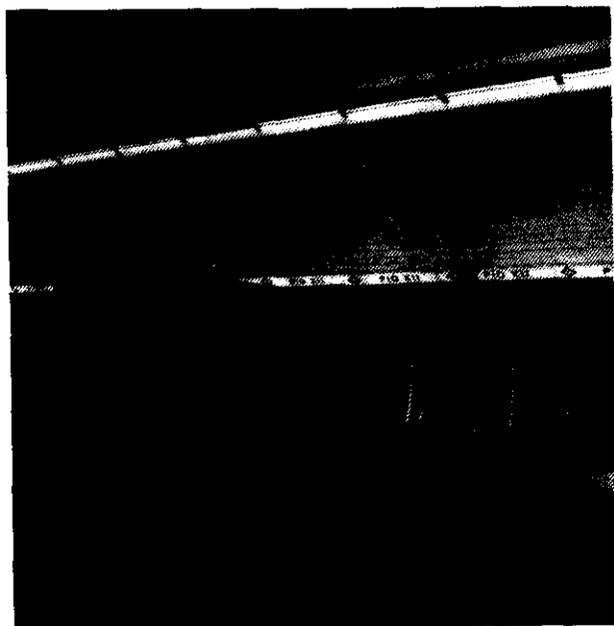
FIGURA 5.— RITMO AUTÓNOMO DE UN INDIVIDUO (♂, 26 a.) VIVIENDO BAJO CONDICIONES CONSTANTES SIN PISTAS DE TIEMPO (FREERUNNING). EL RITMO DE ACTIVIDAD ESTÁ REPRESENTADO POR BARRAS (LLENO: ACTIVIDAD, BLANCO: DESCANSO) Y EL RITMO DE TEMPERATURA RECTAL POR TRIANGULOS INDICANDO LA POSICIÓN TEMPORAL DE LOS MÁXIMOS (●) Y LOS MÍNIMOS (◐).

Otro tipo de estudio llevado a cabo en el laboratorio, consiste en alargar o acortar el período de luz en un momento determinado del experimento para simular vuelos transoceánicos o un cambio en el turno de trabajo. De esta forma se intenta predecir los efectos que sobre la sincronización o desincronización dependen exclusivamente del cambio de horario y no de otros condicionantes externos como son factores sociales. La estructura de estos experimentos consiste en observar un número de variables durante 6-10 días en un ciclo de luz-oscuridad de 24 horas, introducir un desplazamiento de 6-8 horas en la duración del día y estudiar el efecto que este cambio produce en dichas variables durante 10 días, volver a introducir el cambio en sentido contrario y controlar las variables durante los 6-8 días siguientes.

Las conclusiones que se pueden desprender de este tipo de estudios son:

- Antes del desplazamiento, todas las variables son rítmicas con períodos de 24 horas, después del desplazamiento cada variable se ajusta al nuevo ciclo con distinta velocidad. De esta forma, los ritmos de actividad y alimentación se ajustan en 48 horas, mientras que la temperatura se ajusta más lentamente; el volumen de orina y la eliminación de sodio y potasio, tardan aproximadamente 7 días en reajustarse. Como resultado de esto, inmediatamente después de un desplazamiento, los individuos se encuentran externamente desincronizados debido al cambio de horario e internamente desincronizados debido a las diferentes velocidades de reajuste.
- Cuanto mayor es la amplitud del ritmo de temperatura corporal, más persistente es el ritmo y tarda más en ajustarse (6).
- Debido a la tendencia del oscilador a retrasarse (períodos de aproximadamente 25 horas), es más fácil acoplarse a un retraso de fase (acostarse más tarde) que a un avance (acostarse antes). Esto en la práctica significa que es más fácil acoplarse a un cambio de horario viajando hacia el oeste que hacia el este y que en los casos de rotación de turnos, es más fácil adaptarse a la secuencia mañana-tarde-noche que a la contraria (8). Los efectos de los retrasos y avances difieren principalmente en un parámetro: El rango de oscilación permanece prácticamente inalterado durante el reajuste después de un retraso pero se reduce drásticamente inmediatamente después de un avance (5). La acrofase es, al menos en parte, un indicador del período circadiano natural; cuanto más tarde tiene lugar la acrofase, mayor será el período y mayor la facilidad para adaptarse a un retraso en el horario.

Todos estos estudios experimentales ayudan a predecir el comportamiento humano frente a la situación de turnos de trabajo.



(Compañía Metropolitana de Madrid.)

EFECTOS SOBRE LA SALUD

A pesar de las diferencias interindividuales observables y los diferentes tipos de turnos a los que se puede estar sometido, hay una serie de problemas comunes que afectan en general a las personas sometidas a estos horarios y que se puedan resumir en:

- Alteraciones del sueño: El tiempo que se duerme varía considerablemente con el turno observándose una *disminución* de hasta 3 horas de este tiempo cuando se trabaja por la noche. Incluso en el caso que el tiempo de sueño se reduce, disminuye la calidad (12).
- Problemas gastrointestinales: En general hay bastantes datos de este tipo de problemas en trabajadores a turnos, producidos principalmente por los desórdenes en las horas de las comidas. Parte de estos trastornos pueden ser debidos al hábito de fumar, ya que en un estudio realizado con 640 trabajadores (14) se vió que la incidencia de fumadores era mayor en los trabajadores a turnos. Hay que hacer una diferencia entre los individuos de mañana y los de tarde ya que parece ser que los de mañana son bastante conservadores mientras que los de la tarde se adaptan con más facilidad a un cambio en el horario de sus comidas. A su vez se han observado más trastornos gastrointestinales entre los individuos de tarde que entre los de mañana.
- Trastornos psicológicos: La mayoría de los estudios revelan que siempre que existen problemas gastrointestinales y alteraciones del sueño, aparecen también síntomas psicológicos. Estos sín-

tomas son más frecuentes en los trabajadores a turnos y son principalmente fatiga, irritación y agresividad; se atribuyen a la falta de sueño y al hecho de que su tiempo libre no coincide con el resto de la gente (12).

- Otras enfermedades: No se han encontrado diferencias entre trabajadores a turno y trabajadores de día en enfermedades cardiovasculares, incluido el infarto de miocardio, pero sorprendentemente hay más problemas óseos como por ejemplo dolores de espalda (13). Un factor que puede influir en este aspecto es que los trabajadores a turno disponen de más tiempo libre para realizar otra actividad. En un estudio realizado con 32.000 individuos se observó una mayor incidencia de enfermedades en trabajadores que llevaban menos de seis años trabajando frente a los que llevaban más tiempo, lo cual puede ser obviamente atribuido al proceso de autoselección (12).
- Absentismo: Es mayor su incidencia entre los trabajadores a dos turnos que entre los trabajadores de día e incluso que entre los trabajadores a tres turnos. Entre estos dos últimos grupos, hay resultados contradictorios y no es posible obtener conclusiones fiables (12).
- Accidentes: No hay diferencia en la frecuencia de accidentes entre los trabajadores a tres turnos y los de día, si se ha visto, sin embargo, una incidencia algo mayor entre los trabajadores a dos turnos que entre los de día (12).

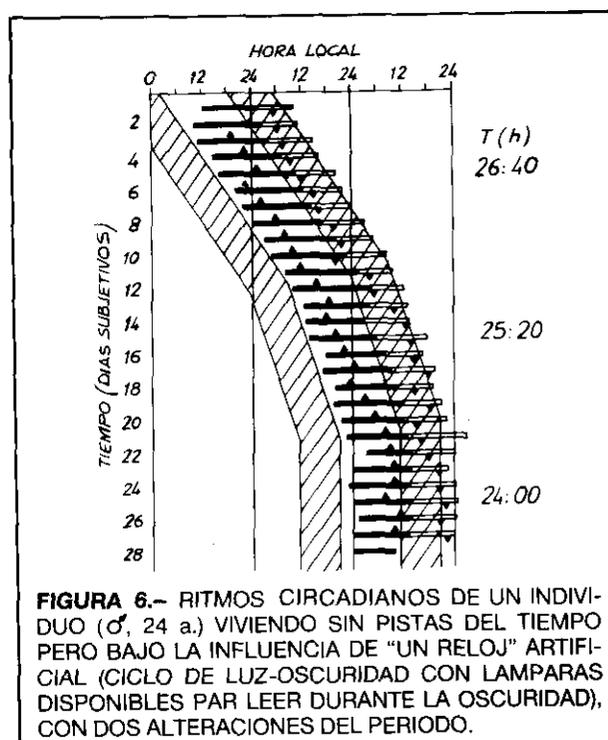


FIGURA 6.- RITMOS CIRCADIANOS DE UN INDIVIDUO (♂, 24 a.) VIVIENDO SIN PISTAS DEL TIEMPO PERO BAJO LA INFLUENCIA DE "UN RELOJ" ARTIFICIAL (CICLO DE LUZ-OSCURIDAD CON LAMPARAS DISPONIBLES PAR LEER DURANTE LA OSCURIDAD), CON DOS ALTERACIONES DEL PERIODO.

CONCLUSIONES

Las conclusiones están en general de acuerdo con lo que sucede en las situaciones reales, aunque no hay que olvidar otros tipos de influencias como son los factores sociales y familiares. Así, por ejemplo, en un estudio realizado con 239 trabajadores, de los cuales 112 trabajaban a turnos fijos en un molino de yute y 127 en tres turnos rotativos semanalmente en una fábrica de tabaco (9), las preferencias se inclinaban, obviamente, por el turno fijo de la mañana, mientras que la rotación de turnos resultó ser el de menor aceptación. Las causas subjetivas en este rechazo eran, un relativamente elevado número de problemas psicosociales y pérdida de bienestar. Un elevado número de trabajadores en el turno de tarde, consideraba que su horario de trabajo reducía su vida social y su tiempo de ocio, mientras que la mayoría de los trabajadores de noche no reflejaron estos problemas. De experiencias de este tipo se desprende que los problemas tienen lugar, no sólo por desincronizaciones internas sino también por factores sociales y familiares.

En general se ha observado que la gente de mañana y tarde exhibe ciertas diferencias en sus ritmos circadianos en respuesta al trabajo de noche. La consecuencia de esto es una mejor adaptación en el caso de la gente de tarde (10).

En cuanto a la tolerancia a largo plazo, a turnos de trabajo, se ha visto que está directamente relacionada con la amplitud de la temperatura corporal e inversamente relacionada con el desplazamiento de la acrofase ($\Delta \phi$). Así, este tipo de personas to-

lerantes son adecuadas a cambios rápidos de turnos (2 a 4 días) ya que no llegan a desincronizarse (13).

Se ha visto, por otra parte, que con la edad aumenta la tendencia a ser más de mañana lo que se ve favorecido por el hábito de acostarse antes (11).

Una observación común a todo este tipo de estudios, es la existencia de una "autoselección" de los propios trabajadores debido a que algunos de ellos son incapaces de adaptarse a un cambio más o menos frecuente de su ritmo de actividad-sueño. Debido a esta autoselección, las comparaciones entre trabajadores de día y trabajadores a turno pueden conducir a conclusiones erróneas (12), y por lo tanto las tendencias actuales van dirigidas, más bien, a establecer comparaciones entre diferentes horarios de trabajo con turnos rotativos. Se ha visto que la mayoría de la gente que trabaja de noche o a turnos, son gente de tarde y parece ser que este factor es responsable en parte de la autoselección (12).

La opinión de los expertos está dividida entre los partidarios de una rotación a largo plazo, por ejemplo mensual, que permite tiempo suficiente para que se adapten las fases, y los que recomiendan una rotación rápida de turnos 2-4 días (12-13). En este último caso, el sistema circadiano no tiene oportunidad de adaptarse. Todos coinciden, sin embargo, en que la rotación semanal, sobre todo cuando se realiza en el sentido noche-tarde-mañana es la menos recomendable, ya que conduce a un constante estado de desincronización de los ritmos circadianos debido fundamentalmente a los fines de semana y fiestas (8).



BIBLIOGRAFIA

1. R.S. Brief, R.A. Scala. *Experiences with Novel Work Schedules*. American Industrial Hygiene Conference, 1984 Detroit, Michigan.
2. L.H. Hawkins, *Ocup. Health* 32 (1980) 14.
3. A. Reinberg, P. Andlauer, N. Vieux. *Circadian Temperature Rhythm Amplitude and Long Term Tolerance of Shiftworking*, en *The Twenty Four Hour Workday: Proceedings of a Symposium on Variations in Work Sleep Schedules*. DHHS (NIOSH) Publication n° 81-127 p 87.
4. J. Ilmarinen et al. *Scand. J. Work. Environ. Health* 6 (1980) 112.
5. J. Aschoff. *Circadian Rhythms: Interference with and Dependence on Work-Rest Schedules*, en *The Twenty-Four Hour Workday: Proceedings of a Symposium on Variations in Work-Sleep Schedules*. DHHS (NIOSH) Publication N° 81-127. p. 13.
6. R. A. Wever. *On Varyng Work-Sleep Schedules: The Biological Rhythm Perspectove*, en *The Twenty-Four Hour Workday: Proceedings of a Symposium on Variations in Work-Sleeps Schedules*. DHHS (NIOSH) Publication N° 81-127. p. 51.
7. C.A. Fuller, F.M. Sulzman, M.C Moore-Ede. *Shift Work and The Jet-Lag Syndrome: Conflits between Environmental and Body Time*, en *The Twenty-Four Hour Workday: Proceedings of a Symposium on Variations in Work-Sleep Schedules*. DHHS (NIOSH) Publication N° 81-127. p. 305.
8. E. D. Weitzman, T.H. Monk, *J. Am. Med. Assn.* 249 (1983) 3383.
9. A. Khaleque, A. Rahman, *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* 53 (1984) 291.
10. G. Hildebrandt, I. Stratmann, *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 43 (1979) 73.
11. J. Rutenfranz, W.P. Colquhoun, *Scand. J. Work Environ. Health* 5 (1979) 167.
12. J.E. Fröberg. *Shift Work and Irregular Working Hours in Sweden: Research Issues and Methodological Problems*, en *The Twenty-Four Hour Workday: Proceeding or a Symposium on Variations in Work-Sleep Schedules*. DHHS (NIOS) Publication N° 81-127. p. 289.
13. A. Reinberg et al. *Ergonomics* 23 (1980) 55.
14. D. Angersbach et al, *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 45 (1980) 127.

SEGURIDAD DESDE EL PROYECTO



INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO