

CRONOBIOLOGÍA Y VUELO TRANSMERIDIANO: RITMOS CIRCADIANOS Y JET LAG

OVIDIO FERNÁNDEZ MARTÍN *

* Médico especialista en Medicina Deportiva
y médico forense.

RESUMEN

Este trabajo pretende una aproximación al estudio de los efectos del vuelo transmeridiano en los ritmos circadianos. Se hace una primera introducción a los mismos, describiendo a continuación la alteración circadiana propia de los vuelos que atraviesan varios usos horarios (síndrome del jet lag), distinguiendo entre los viajes hacia el Oeste o hacia el Este, pues estos últimos, a igualdad de cambio horario, producen una alteración de mayor magnitud con respecto a los que se dirigen hacia el Oeste, en los cuales la adaptación se realiza con menor dificultad. Se aborda también muy someramente la prevención y el tratamiento del jet lag.

Es un estudio mixto: en parte es una revisión sobre el síndrome del Jet lag pero, fundamentalmente, consiste en una exposición de los conocimientos personales sobre la materia, por lo que la estructura y el fondo de este trabajo se acerca, en parte, al tipo editorial pero sin olvidar del todo la sistemática de las revisiones. Por motivos de espacio se realiza un abordaje muy resumido de la materia a tratar. Dado que sobre el Jet lag se puede aportar una cantidad de información muy extensa, no queda más remedio que obviar algunos temas relacionados con el mismo, así como reducir otros a la mínima expresión. Tal es el caso de la melatonina, hormona cuya intervención en los biorritmos circadianos tiene una destacada importancia, pero que aquí, por los aducidos motivos de espacio, no se procede a dedicarla el apartado especial que merece, sino que sólo se hará mención a ella puntualmente en el apartado de la introducción a los ritmos circadianos, y en el contexto de la prevención y del tratamiento del Jet lag.

Por último, se ha intentado agregar un componente divulgativo, diluido a lo largo de este trabajo -especialmente en los apartados de prevención y tratamiento- pues no olvidemos que el jet lag no es sólo una patología padecida por los profesionales del vuelo transmeridiano, sino también por el pasaje. No es fácil combinar el rigor científico con la actitud divulgadora, pero considero que dicho empeño es, o debería ser, inherente a la profesión médica en todas sus especialidades por el importante papel que el médico representa en la educación sanitaria de la población a través del “día a día” de su labor asistencial. Además, no olvidemos la Ley 41/2002 de autonomía del paciente, en la cual se hace especial énfasis, entre otras muchas cuestiones, en el derecho del paciente a la información (con las salvedades y límites que se recogen y admiten en la propia ley 41/02 y en otras). Una buena medida en Medicina Preventiva Aeronáutica sería repartir entre el pasaje y la tripulación de los vuelos que atraviesan varios usos horarios, folletos con breves consejos sobre cómo afrontar el Jet Lag (prevención, tratamiento, etc.)

INTRODUCCIÓN

Ritmos circadianos

Los biorritmos expresan los cambios cíclicos de las variables biológicas moduladas por las variaciones rítmicas del medioambiente. La finalidad de los ritmos biológicos es la sincronización del organismo con los ciclos medioambientales, adaptándose así a éstos. Dichos ciclos pueden tener una duración desde fracciones de segundo hasta, incluso, años en las diferentes especies de seres vivos, así como dentro de cada especie. La clasificación más utilizada es la que toma como referencia la comparación con el valor temporal de un día (se considera una magnitud de 24 +/- 4 horas): los ritmos de una duración superior a un día se denominan infradianos (porque en el intervalo de un día el ciclo se repite menos de una vez). Cuando el ciclo es igual o inferior a 20 horas se denomina ultradiano. Los ciclos de una duración cercana al día se denominan circadianos. La etimología del vocablo “circadiano” hay que buscarla en el latín: “circa” (alrededor de, cerca de) y “dies” (día). El periodo de dichos ritmos es de 20 a 28 horas. El promedio está en 25 horas (el hecho de que, en la práctica, nuestro ritmo sea de 24 horas, se debe a la sincronización lumínica propia de nuestro día de 24 horas). En ausencia de estímulos externos, los seres vivos que presentan actividad

predominantemente diurna están sujetos a un ritmo circadiano superior a 24 horas, mientras que el de los nocturnos es inferior a las 24 horas. No obstante, Czeisler et al. defendieron en 1999 que el ritmo circadiano tiene un periodo muy próximo a las 24 horas, en contra de las 25 universalmente admitidas en Cronobiología.

Los ritmos circadianos están presentes en todos los eucariotas y en gran variedad de procariotas y hongos, y son de naturaleza endógena, aunque se pueden modificar por los estímulos externos hasta igualar el ciclo circadiano con los ritmos medioambientales. En las células más antiguas del proceso evolutivo se crearon los ritmos circadianos como un mecanismo de defensa: mediante dichos biorritmos se protegía la replicación del ADN de la elevada cantidad de radiación ultravioleta de origen solar que, atravesando la atmósfera primitiva, llegaba hasta la superficie terrestre. Por ello, el DNA se replicaba por la noche. En la actualidad aún existen vestigios de estos ritmos circadianos primigenios de replicación del ADN: en el hongo neurospora, dicha replicación del material genético se realiza en el periodo nocturno.

Entre las múltiples variables reguladas por los ritmos circadianos, cabe destacar la actividad cerebral (por ejemplo, el rendimiento intelectual, el ritmo sueño-vigilia, etc.), la secreción endocrina, la tensión arterial, la oscilación a lo largo del día de la frecuencia cardíaca, el rendimiento muscular, la función digestiva, la regeneración celular (las células epidérmicas se regeneran por la noche), las variaciones horarias de la actividad metabólica, la temperatura corporal o, en el caso del reino vegetal, la floración, entre otras variables.

La sincronización de los ritmos biológicos endógenos con los nuevos ritmos medioambientales del lugar de destino del viajero no sólo no es instantánea, como es sabido, sino que, además, cada función del organismo presenta una diferente adaptación de fase a los nuevos ritmos. Entre las variables que se sincronizan antes cabe citar, entre otras, la tensión arterial, las variaciones horarias de la frecuencia cardíaca, las catecolaminas y la actividad neuromuscular. Dentro de las que tardan más se encuentra el cortisol, la temperatura corporal y la 6-sulfatoximetatonina (Aschoff et al. 1975; Aschoff & Wever, 1976; Graeber, 1989; Monk et al. 1988; Winget et al. 1984; Gander et al., 1985).

La regulación de los ritmos circadianos se produce por los siguientes factores:

A) Por un mecanismo interno o *pacemaker* (marcapasos) localizado fundamentalmente en el núcleo supraquiasmático del hipotálamo (NSQ) al cual llega, a través del tracto retinohipotalámico, la información proveniente de las células ganglionares fotosensibles de la retina tras estimulación del fotorreceptor melanopsina contenido en las mismas. El NSQ también recibe señales de otras áreas del sistema nervioso. Una vez procesada la información en el núcleo supraquiasmático, éste manda estímulos a la epífisis o glándula pineal, que provocan en esta glándula la secreción de melatonina. La luz muy intensa inhibe la secreción de esta hormona, por lo que su secreción es baja durante el día, incrementándose durante el periodo nocturno, incremento que provoca la inducción al sueño.

Existen células ajenas al tejido nervioso que también presentan ritmos circadianos. Esas células son independientes del control del núcleo supraquiasmático y tienen sus propios ciclos circadianos. Dichos tejidos constituyen los denominados osciladores periféricos modulados por estímulos ajenos a la luz.

B) Los mecanismos externos de regulación circadiana o *zeitgebers* (sincronizadores o dadores de periodo: del alemán: zeit: periodo y geber: dador).

Entre los *zeitgeber* cabe considerar especialmente el estímulo lumínico, sin olvidar otros factores ambientales como los horarios laborales, la programación de las comidas y, de un modo destacado, los vuelos a través de varios meridianos terrestres que condicionan un cambio en los horarios del viajero y, secundariamente a esto, un cambio de sus biorritmos.

En estudios de laboratorio con animales y plantas, así como con voluntarios humanos, se ha comprobado que estos ritmos son, como ya se ha comentado, endógenos, pues se mantienen en ausencia de estímulos ambientales. Incluso en los cultivos *in vitro* de las células del núcleo supraquiasmático, se observa que éstas conservan su propio ritmo en ausencia de estímulos externos, lo que prueba que el NSQ es el principal "reloj biológico" regulador de los ritmos circadianos. Asimismo, la destrucción del núcleo supraquiasmático provoca la casi total desaparición de los ritmos circadianos.

Otro factor que incide en la rapidez de ajuste de un ritmo endógeno con el ambiente consiste en la magnitud del componente exógeno que tenga el ritmo endógeno: cuanto mayor sea ese componente exógeno, con mayor rapidez se producirá la sincronización, y viceversa.

Los desfases horarios entre el ritmo biológico y el horario externo pueden producirse en situaciones tales como el trabajo a turnos (*shift-work*) y el cambio de zona horaria (*jet-lag*). Dichos desfases provocan múltiples trastornos desde el primer día: alteración del ritmo sueño vigilia, insomnio, desorientación, cansancio físico y mental, alteraciones endocrinas y metabólicas (estas dos últimas, como se reseña a continuación, también se presentan de forma crónica). A largo plazo, la alteración de los ritmos circadianos puede afectar a varios sistemas, como el endocrino, el metabolismo -aumentando la incidencia de diabetes y obesidad- y especialmente el sistema cardiovascular, agravando patologías previas. Además, es de especial interés la patología psiquiátrica producida por las alteraciones circadianas (por ejemplo, algunos casos de trastorno bipolar tienen su origen en una alteración circadiana).

En relación con el riesgo de favorecer el desarrollo de diabetes, obesidad y alteraciones cardiovasculares, cabe citar brevemente un estudio de Scheer (Proceedings of the National Academy of Sciences) en un laboratorio del sueño, en el que este autor investigó a 10 adultos en relación con la probabilidad de aparición de patología cardiovascular, obesidad y diabetes. Se les provocó un desfase de 12 horas en su ciclo sueño-vigilia durante 10 días, periodo en el cual vivieron "días" de 28 horas, extrayéndoseles muestras sanguíneas cada hora durante nueve días para su análisis, especialmente de niveles hormonales, evidenciándose alteraciones en varias hormonas, así como en la presión arterial y la calidad del sueño. Se constató, entre otras cosas, una inversión del ciclo del cortisol, aumento de insulina y glucosa en sangre (que se hace crónico a partir de pocas exposiciones a los cambios horarios) y disminución de los niveles de leptina (hormona inhibidora del apetito, descubierta en 1994) lo que induce al sobrepeso y al incremento de la probabilidad de desarrollo de obesidad. El aumento crónico de la glucemia induce a un estado prediabético que puede desembocar en una Diabetes Mellitus tipo II (tres de los diez voluntarios presentaron niveles de glucemia postprandial de tipo prediabético. Dado que previamente al experimento ninguno de los diez voluntarios presentaba alteración alguna de la respuesta glucémica, se desprende que cuando

se produce una alteración de los patrones del sueño (como en el Jet lag), incluso los sanos presentan un aumento del riesgo de desarrollar diabetes).

El conocimiento de los diferentes ritmos circadianos es de especial utilidad práctica en muchos tratamientos: Pautar algunos fármacos de acuerdo con los ritmos circadianos de los valores de las constantes biológicas podría aumentar la efectividad del fármaco, necesitándose así una dosis menor. Asimismo, disminuyen las reacciones adversas de forma significativa a igualdad de dosis, y teniendo en cuenta lo ya expuesto de que prescribir un fármaco de acuerdo con los ritmos circadianos puede permitir una reducción de la dosis, esto, a su vez, contribuye también a dicho descenso en los efectos secundarios, con lo que, en consecuencia, se producen dos escalones de reducción de efectos secundarios. Baste citar el caso probado de que en el tratamiento de la hipertensión con IECAs se controla mejor la tensión arterial cuando la administración de dicho fármaco se sincroniza con el ritmo circadiano de la presión arterial que cuando se pauta sin tener en cuenta dicho biorritmo. La aplicación de cremas cosméticas cutáneas es más efectiva por la noche al ser entonces cuando fundamentalmente se produce la regeneración celular cutánea.

JET LAG O SÍNDROME DEL CAMBIO DE USOS HORARIOS:

Según se desprende de lo expuesto, y como es sabido, el jet lag es un síndrome cuya **etiología** se encuentra en la alteración o disritmia circadiana provocada por el brusco cambio de fase en el ciclo noche-día tras un vuelo que atraviesa varios meridianos terrestres, situación en la que al organismo no le da tiempo a adaptarse a los rápidos cambios horarios producidos por dichos vuelos con lo que, al final del viaje, los ritmos endógenos del organismo no están sincronizados con el uso horario del lugar. Por tanto, la sintomatología se presenta una vez llegado el viajero a su destino. Los síntomas están ocasionados fundamentalmente por la alteración del ritmo sueño-vigilia que se produce como consecuencia de que algunos biorritmos no coinciden en la misma fase entre ellos y en relación con el ciclo luz-oscuridad del exterior (Aschoff et al. 1975; Donaldson et al. 1991; Gander et al. 1993; Graeber, 1989; Nicholson et al. 1986; Spitzer et al. 1997; Winget et al. 1984; Wright et al. 1983).

Dicha **sintomatología** varía de unos individuos a otros, pero fundamentalmente suele presentarse: cansancio, malestar general, dificultad para la concentración, alteraciones del

carácter, irritabilidad, afectación del estado anímico (fundamentalmente de tipo depresivo, pudiendo presentar también apatía), disminución de los reflejos, alteraciones de la memoria, errores en la toma de decisiones, lapsus linguae al hablar, cefalea, trastornos hidroelectrolíticos (entre los que destaca la deshidratación), problemas gastrointestinales (como alteraciones en el proceso de la digestión, náuseas, vómitos, diarreas, inapetencia, etc.), trastornos del sueño (que además de causa (como ya se ha referido) es también efecto del Jet lag) por alteración del ritmo sueño-vigilia, como por ejemplo, insomnio, lo que a su vez contribuye a aumentar más el cansancio, la cefalea y resto de los síntomas en general. Åkerstedt, en 1995, afirmó que la alteración del patrón de sueño de los pilotos en el punto de destino provoca un descenso del rendimiento físico y psíquico, lo que conduce a un aumento en la probabilidad de cometer errores y, por tanto, de que ocurra un accidente aéreo.

En los viajes marítimos, o por tierra de larga distancia, como en el caso de ferrocarril transiberiano o los viajes de aventura de largo recorrido por carretera (por ejemplo Europa-Asia), aunque también se cruzan varios meridianos no suelen producirse trastornos circadianos (o las alteraciones son de una intensidad no valorable a efectos prácticos, no llegando a constituir un síndrome de Jet lag) debido a la menor velocidad del cambio horario, lo que permite la práctica adaptación del ritmo endógeno circadiano con el exógeno (salvo mínimas alteraciones no siempre patentes).

En los vuelos transoceánicos, el sincronizador externo o zeitgeber es el estímulo para la adaptación, con lo que los biorritmos endógenos varían progresivamente hasta adaptar la fase del ciclo de éstos con la del zeitgeber. El periodo de adaptación depende del número de husos horarios cruzados y de que el pasajero se dirija al Este o hacia el Oeste; asimismo, varía según la variable fisiológica a estudiar: por ejemplo, en un desfase horario de 6 horas, la sincronización del ritmo de la temperatura endógena precisa como mínimo de 2 a 3 días, mientras que para el ajuste de algunas variables hormonales se necesitan semanas. Otros factores, como el ritmo sueño-vigilia, siguen un patrón más complejo, pues dependen de varios factores además del desfase horario: como por ejemplo, los hábitos de la persona, sus actividades en el punto de destino, la motivación del viaje, el disfrute ante la novedad del destino visitado, el interés en conocer el lugar, factores psicológicos (las personas

extrovertidas, al interactuar más intensamente con los demás, se adaptan con mayor facilidad a los ritmos sociales, lo que, a su vez, proporciona mayor adaptabilidad a los diferentes ritmos en general, como por ejemplo los circadianos).

El patrón de adaptación expuesto hay que considerarlo en términos generales pues, para complicar un poco más las cosas, es preciso tener en cuenta que, a igualdad de usos horarios atravesados, la sintomatología del Jet lag y su intensidad son diferentes según que el sentido del desplazamiento del pasajero sea hacia oriente o hacia occidente, como ya se ha adelantado (es lo que se denomina efecto asimétrico en los biorritmos producido por el desfase horario). Está ampliamente probado mediante múltiples estudios experimentales que los vuelos hacia el Este provocan una alteración circadiana de mayor magnitud que los que se realizan hacia el Oeste, porque al viajar hacia el Este el día se acorta para el viajero, con lo que las variaciones cíclicas de la actividad fisiológica del organismo tienen que producirse en un ciclo inferior a 24 horas, siendo más difícil la adaptación que si fuera superior a las 24 horas, que es lo que ocurre en los vuelos hacia el Oeste, en los que, por tanto, hay más tiempo para la adaptación al prolongarse la fase de luz diurna (mayor tiempo de actuación del zeitgeber lumínico), por lo que en estos últimos el trastorno del ritmo circadiano es menor; pero, sobre todo, porque la evolución natural de los ritmos circadianos es hacia un aumento del periodo de éstos: cuando se dejan evolucionar en un ambiente aislado de los estímulos externos, el ciclo sueño-vigila se encuentra alrededor de 25 horas (Aschoff, 1981; 1979). En consecuencia, dado que el ritmo endógeno es de 25 horas, es más fácil sincronizarse con un periodo mayor de 24 horas que con uno menor, en el cual el organismo pierde horas. El tiempo necesario para la adaptación del organismo al nuevo horario en los vuelos hacia el Este es, como mínimo, un 20% mayor que en los dirigidos hacia el Oeste, a igualdad de husos horarios atravesados. En muchos casos este porcentaje es aún mayor: se acepta que para la sincronización de los biorritmos con el nuevo horario en los viajes hacia el Oeste se necesita un día por cada hora y media de desfase horario, mientras que viajando hacia el Este, por cada hora se necesita un día para recuperarse (por ejemplo, en un vuelo Madrid-Nueva York la adaptación se produciría a los 4 días. En cambio, en un viaje de Nueva York a Madrid la sincronización ocurriría a los 6 días). En 1995, Samel & Wegmann encontraron que en el transcurso de los vuelos nocturnos hacia el Este se producía una mayor disminución del rendimiento de los pilotos a causa del

cansancio. Vieron que en la fase de crucero presentaban múltiples microeventos de sueño. No obstante, estos mismos autores (Samel & Wegmann) detectaron, también en 1995, algunos casos contradictorios en los que el síndrome del Jet-Lag era de mayor intensidad en los viajes hacia el Oeste que hacia el Este, en contra de lo habitual, no habiéndose encontrado aún una respuesta que aclare dichos casos. Entiendo yo (Ovidio Fernández, 2009) que en dichos casos atípicos cabría considerar, como factor predominante del Jet lag, el cansancio derivado del retraso en la hora de acostarse en los desplazamientos hacia el oeste en relación con la hora habitual del huso horario de origen (el efecto sería similar al que experimentamos cuando trasnochamos en nuestra zona horaria). Sin embargo, como autocrítica a mi hipótesis, considero que esto no explica que al cabo de unos días aún persista, aunque más atenuado, el síndrome del Jet lag (en el caso de varios husos horarios) pues se entiende que, si sólo se tratara de cansancio por “trasnochar” en relación con el horario de origen, una vez dormido un periodo de tiempo normal, al día siguiente ya estarían prácticamente recuperados y, en cambio, no es así. Otra objeción: no olvidemos que la sincronización con el nuevo horario se produce también por los estímulos externos, como por ejemplo la luz diurna, por lo que sería interesante averiguar si dichos sujetos estuvieron aislados del ambiente lumínico exterior, por ejemplo en pubs, discotecas o en oficinas o estancias con luz artificial de intensidad media-baja en comparación con la solar. De cualquier manera, esto tampoco resuelve el enigma pues, como es sabido, en dichos casos de aislamiento externo se tiende a seguir con el ritmo circadiano de origen, no presentando trastorno circadiano, pero tampoco adaptación al nuevo horario, que sería nula (más adelante se expone que una de las soluciones para los pilotos que tienen que realizar escalas cortas, sería precisamente un aislamiento del medio externo para evitar, o minimizar, el síndrome del Jet lag, y además para soslayar el doble Jet lag, al sumarse el Jet lag de su regreso inmediato). De cualquier modo, dichos casos contradictorios de presencia de mayores alteraciones cuando vuelan hacia el Oeste que si lo hacen en sentido Este adquieren la categoría de excepciones a la norma.

Dado que el ritmo endógeno tiende a persistir, otro de los factores a tener en cuenta en relación con los viajes en sentido Este o hacia el Oeste es la diferente respuesta del individuo en relación con el ritmo sueño-vigilia: en los viajes al este, el individuo no sentirá sueño por la noche y, por el contrario, cuando llegue la hora de levantarse por la mañana será cuando en

realidad tendrá sueño al coincidir con su hora habitual de acostarse en su lugar de origen. Por tanto, el día transcurrirá para él sumido en una casi irresistible somnolencia; mientras que en los desplazamientos hacia el Oeste la necesidad de dormir la experimentará por la tarde, con lo que llegada la noche (si durante el día ha sido capaz de no ceder a dicha necesidad de dormir), podrá dormir fácilmente, pues caerá previsiblemente rendido ante el sueño. Es otro de los motivos por los que la adaptación es más rápida y mejor viajando hacia el Oeste que hacia el Este (y sobre todo es más fácil la prevención, intentando, como se ha expuesto, no ceder al impulso a dormir durante el día. Resulta más fácil superar dicho impulso si se presenta por la tarde (que, como ya se ha comentado, ocurre en los viajes hacia el Oeste) que cuando la necesidad imperiosa de dormir ocurre ya desde primeras horas de la mañana (viajes hacia el Este) siendo difícil aguantar toda una jornada intentando no ceder al sueño, mientras que en el caso anterior de los viajes hacia el oeste, sólo habría que “aguantar” unas pocas horas al final de la tarde. En consecuencia, en los viajes hacia el Oeste se altera menos el ciclo noche-día, siendo también de menor intensidad el resto de los síntomas del Jet lag al prolongarse la duración del día; al contrario de lo que ocurre viajando hacia el Este, que el día se acorta, según ya se ha indicado.

Por último, es preciso aclarar que lo expuesto puede variar dependiendo de múltiples factores individuales destacando, entre otros, el estado previo de salud, la personalidad (como ya se ha comentado), la edad (cuanto mayor sea la edad, más intensos son los síntomas del Jet lag y tardan más tiempo en sincronizarse con el nuevo horario), etc.

FÁRMACOS Y JET LAG:

Una de las consecuencias muy a tener en cuenta en los vuelos transmeridianos en relación con el síndrome del Jet lag es la pauta de tratamiento de los fármacos sujetos a un horario de administración, el cual se ve afectado por la nueva hora local, por lo que es preciso estudiar en cada caso concreto una nueva pauta de tratamiento que compense la alteración circadiana. Baste citar el caso de la diabetes como paradigma de los cambios horarios en el tratamiento farmacológico: dependiendo del número de husos horarios atravesados, suele precisarse un cambio en la dosis de insulina y en su horario de administración, así como en los regímenes dietéticos del diabético. Tienen que realizarse frecuentes controles del nivel de

glucemia para evitar descompensaciones. Hay que tener en cuenta que a veces se suma el hecho de llegar a un lugar con una gastronomía diferente, en relación con la cual al diabético le resulta más complicado realizar sus cálculos dietéticos al tratarse a veces de alimentos no habituales para él. También influye el ejercicio extra (deportes recreativos, largas excursiones, etc.) que pudiera realizar, así como la duración de la estancia en el destino del viaje.

TRATAMIENTO DEL JET LAG Y DE SUS CONSECUENCIAS:

- Tratamiento conductual: reeducar al organismo: intentar tener sólo un periodo de sueño al día, procurando evitar siestas y “cabezaditas”. Al regreso al punto de origen, tratar de volver a los horarios previos a la mayor brevedad posible (aunque de este modo el primer día sea más duro, no obstante, superado éste, la readaptación definitiva se producirá en menos tiempo que si se cede al deseo de dormir fuera del horario adecuado).
- Luminoterapia: dado que la luz es uno de los zeitgeber más potentes, si se somete al individuo a una luz muy intensa (se emplean tratamientos con varias lámparas de 200 vatios en una habitación) se favorece la sincronización con el nuevo entorno. Asimismo, está indicada la exposición abundantemente a la luz diurna y durante el mayor tiempo posible para que la luz sincronice los biorritmos con el nuevo horario (incluso tomar baños de sol, si se tiene la posibilidad de hacerlo. Como se explica más adelante, en los viajes hacia el Oeste el estímulo lumínico debe actuar por la tarde (por las mañanas se usará gafas de sol). En los destinos del Este, la luminoterapia se realizará por la mañana. Para la tarde se recomienda lo contrario, incluso llevar gafas de sol).
- Tratamiento farmacológico: hipnóticos (sólo los primeros días): los más adecuados son los de inducción al sueño. No obstante, los hipnóticos están indicados sólo en casos excepcionales y siempre según criterio del facultativo que conoce al paciente. Mejor, si se pueden evitar. Es preferible recurrir a medios menos agresivos.
- Melatonina: como es sabido, se trata de una hormona presente de forma natural en el organismo. No es un fármaco. En los países en los que está autorizada su comercialización, como por ejemplo Estados Unidos (en España lo estará en breve), la utilizan como tratamiento del Jet lag al favorecer la sincronización con el nuevo horario. La pauta establecida en dichos países en los que está autorizada es la siguiente: en el transcurso del viaje (componente preventivo) el pasajero puede tomar de 3 a 5 miligramos, coincidiendo con

el momento de acostarse en la zona horaria de destino. Concluido el viaje, la melatonina la ingieren unas horas antes de irse a la cama a lo largo de varios días.

- Algunos estudios han demostrado que una actividad física muy intensa a primera hora de la mañana del primer día de estancia en la nueva zona horaria es capaz de acortar el tiempo necesario para la sincronización con el nuevo horario más rápidamente que otros potentes zeitgeber como la luz o la melatonina. No obstante, éstos son coadyuvantes del anterior.
- Tratamiento dietético: comer con frecuencia pero en pequeñas cantidades en cada ingesta (esto es válido también, como veremos más adelante, para la prevención del Jet lag).
- Actitud conservadora en estancias de corta duración: intentar mantener los horarios de origen para evitar un nuevo Jet lag al regreso encadenado al Jet lag del destino: cuando se permanece poco tiempo en el lugar de destino no da tiempo a superar el Jet lag, por lo que a éste se añadiría el Jet lag de retorno -de signo opuesto-, agravándose el cuadro. Por tanto, si es posible, seguir con los mismos horarios del punto de partida.
- Utilizar técnicas de relajación para minimizar la sintomatología psíquica del tipo de la ansiedad y fortalecer el psiquismo para soportar mejor el Jet lag. En los viajes hacia el Este, en los cuáles se adelanta la hora de acostarse, es útil realizar ejercicios de relajación a última hora de la tarde.

Aunque lo expuesto a continuación no forma parte del tratamiento del Jet lag en los seres humanos y seguramente nunca llegue a constituirse en tratamiento de dicho síndrome, no obstante es una reseña más de las investigaciones en materia de Jet lag y su tratamiento: en el año 2007 se realizó una investigación farmacológica utilizando hámsters en el experimento. Se les sometió a alteraciones en sus ritmos circadianos, tanto de adelanto como de retraso de sus ciclos diarios, lo que simula viajes hacia el Este y hacia el Oeste respectivamente. Se les administraron dosis bajas de Sildenafil (Viagra) descubriéndose que en las alteraciones circadianas que cursaban con adelanto de ciclo (el equivalente a los vuelos hacia el Este), el tiempo que precisaban para la sincronización era un 50% inferior al que se necesitaba en ausencia de sildenafil. No obstante, no sólo no se ha probado en humanos (que yo sepa) sino que su utilización sin control médico resulta, como es sabido, muy peligrosa a causa de sus importantes efectos secundarios (como por ejemplo los de tipo cardiovascular), y sus serias

contraindicaciones, por lo que resulta inadmisibles su utilización como tratamiento del Jet lag en humanos.

PREVENCIÓN DEL JET LAG:

Como se verá a continuación, existe un solapamiento entre el tratamiento y la prevención de Jet lag. Varias de las medidas empleadas en el tratamiento de este síndrome se utilizan igualmente para la prevención.

Según se trate de un viaje en sentido Este o hacia el Oeste las medidas preventivas son diferentes, algunas incluso diametralmente opuestas. Parte de las medidas más útiles en materia preventiva son las siguientes:

- Si el viaje tiene su destino en el Oeste:
 - Las dos noches previas a la salida es aconsejable acostarse más tarde de lo habitual; del mismo modo, y cuando la persona se lo puede permitir, deberá levantarse más tarde.
 - Tanto las tardes de uno o dos días inmediatamente anteriores al vuelo, como la del día del vuelo, conviene exponerse a una iluminación muy intensa o tomar baños de sol.
 - El día del viaje se recomienda ingerir bebidas de cafeína (dentro de un consumo razonable).
 - En el lugar de destino se recomienda usar gafas de sol por la mañana.
 - En cambio, por la tarde del primero o dos primeros días en el nuevo huso horario es de gran utilidad preventiva la exposición muy intensa a la luz.
- Por el contrario, en los viajes hacia el Este:
 - Se recomienda acostarse antes durante las dos noches anteriores al embarque, madrugando más en las mañanas posteriores a dichas noches previas.
 - En las mañanas de uno o dos días inmediatamente anteriores al vuelo conviene exponerse a una iluminación muy intensa o tomar baños de sol.
 - El día del viaje se deben suprimir las bebidas de cafeína.
 - En el destino, y durante el primero o dos primeros días deberá pasear lo más temprano posible a la luz diurna.

- En cualquier caso, y dado que la luz es un potente zeitgeber, se recomienda una permanencia al aire libre lo más prolongada posible para favorecer la sincronización circadiana con el horario local.
- Por la tarde es útil llevar gafas de sol en el lugar de destino para intentar adaptarse al adelanto de la fase de oscuridad nocturna.

- El uso de gafas de sol se puede pautar también para el transcurso del vuelo: dependiendo del horario de salida y del lugar de destino, la utilización de gafas de sol durante el viaje puede ayudar a la sincronización, al actuar sobre el zeitgeber lumínico. De acuerdo con lo que se acaba de comentar, en los viajes hacia el Este deben usarse en el horario que corresponde a la tarde del lugar al que nos dirigimos, lo que ayuda al organismo a aclimatarse al adelanto del periodo de oscuridad propio de los destinos al Este del punto de partida. En los viajes hacia el Oeste es preciso utilizarlas en el momento del vuelo durante el cual el lugar de la meta del viaje se encuentra en el periodo matutino.
- Las precitadas recomendaciones de intento de adaptación previa sólo están indicadas en el caso de estancias de media y larga duración.
- En el caso de estancias de corta duración en el punto de destino lo más indicado es tratar de seguir en dicho lugar los horarios normales de comidas y sueño previos al viaje. De lo contrario se produciría lo que algunos autores denominan doble Jet lag: el síndrome del Jet lag del lugar de destino se prolongaría, sin solución de continuidad, con el del Jet lag producido al regresar al lugar de origen.
- Si se trata de estancias de media o larga duración se recomienda seguir el horario de sueño y comidas de la zona de destino durante el vuelo: en el transcurso del viaje, intentar no ceder al sueño fuera del horario correspondiente al descanso nocturno en el huso horario del destino, intentando, por el contrario, dormir según dicho nuevo horario durante el vuelo (en este caso es útil recurrir a pequeñas ayudas para dormir en el avión: tapones auditivos, almohada cervical e incluso antifaz para la luz).
- En cualquier caso, está contraindicado tratar de no dormir la noche y día previos a la salida en un intento de caer rendidos de cansancio a la hora de dormir en el nuevo horario, actitud especialmente rechazable en el caso de los pilotos, por el cansancio, malestar y pérdida de

rendimiento que ello produce, así como por la alteración en los mecanismos de sueño. Lo indicado es descansar y dormir bien, siguiendo la pauta expuesta de adelantar, atrasar o mantener el horario normal de sueño según se viaje al Este, al Oeste o se trate de una estancia corta, respectivamente.

- Es muy útil llevar una vida regular previa, especialmente en cuanto a los horarios de acostarse, evitando las siestas. En el lugar de destino deberá llevar igualmente una vida regular intentando desde el primer día sincronizarse con la hora del descanso nocturno del lugar, procurando no ceder al impulso de dormir durante el día local. Puede ayudar la ingesta moderada de café o té durante la mañana, evitándola por la tarde.
- Cuando el viajero precisa acudir a reuniones de trabajo o a cualquier otro acontecimiento importante para él, lo más adecuado a efectos de que no disminuya su rendimiento es procurar viajar con la antelación necesaria y suficiente para conseguir la sincronización de sus biorritmos con el ciclo medioambiental de la nueva zona horaria; así como intentar hacer coincidir, si es posible, la reunión o acto con su hora de máximo rendimiento.
- Una buena medida psicológica es ajustar la hora del reloj desde el comienzo del vuelo con la de la zona horaria de destino. Esto ayuda a interiorizar casi espontáneamente el nuevo horario, lo que favorece la adaptación psicológica a la hora local.
- En las veinticuatro horas previas al vuelo es preciso evitar excederse en la ingesta de alcohol.
- Hidratarse durante el viaje bebiendo líquidos y evitando el alcohol. Las bebidas de cafeína se usarán con moderación, y sólo en los casos concretos -ya comentados- en los que pueden ayudar a conseguir la sincronización circadiana (por ejemplo, cuando se inicia por la mañana del lugar de origen un vuelo hacia el Oeste. En cambio, está contraindicada en los vuelos hacia el Este de cualquier horario de salida)
- Comer poca cantidad de alimentos en cada ingesta, pero aumentar el número de éstas, cuidando de no superar la cantidad total diaria de alimentos previa, y procurar seguir una dieta equilibrada (simplemente, la cantidad total diaria habitual dividirla en mayor número de ingestas). Aunque en tierra son muy recomendables las frutas, verduras y ensaladas para una alimentación equilibrada, hay que procurar evitarlas antes de subir al avión y durante el vuelo, pues la flatulencia que producen se agrava por la hipopresión de la cabina según la

Ley de Boyle-Mariotte ($P \times V = P' \times V'$). En consecuencia, al ser el volumen inversamente proporcional a la presión, y bajar ésta en el interior del avión, aumenta el volumen del gas contenido en el aparato digestivo (cualquier estado de malestar incide también sobre la respuesta del organismo ante la disrupción circadiana transmeridiana).

- En caso de escalas técnicas, utilizarlas para relajarse y distraerse tranquilamente en la medida de lo posible.
- En el lugar de destino no realizar ejercicio físico a última hora de la tarde o por la noche, por el estímulo que la actividad física supone lo que dificulta el inicio del sueño. En caso de aficionados a la práctica deportiva conviene seguir realizándola en el nuevo huso horario, con la salvedad expuesta de evitar las últimas horas del día. Además, el ejercicio físico es otro medio de prevención del Jet lag, especialmente a primera hora de la mañana (lo cual es válido también para el tratamiento, como ya se ha expuesto). También es de una cierta utilidad pasear por el avión, pues se evita la quietud del asiento que puede conducir a la somnolencia (además del conocido riesgo circulatorio). Conviene realizar todo el ejercicio que le sea posible al viajero durante el vuelo (algunos se pueden realizar sentado: contracciones isométricas, moverse en el asiento, ejercicios de levantar repetitivamente los pies del suelo, estiramientos de gemelos, tríceps, deltoides, etc.)
- Cualquier técnica de relajación ayuda en la prevención del Jet lag, especialmente en los viajes hacia el Este, en los cuáles se adelanta la hora de acostarse por lo que se recomienda hacer relajación a última hora de la tarde.
- Realizar ejercicio físico intenso a primera hora de la mañana del primer día de estancia en la nueva zona horaria para favorecer la sincronización, aunque se debe evitar caer en el agotamiento, ni siquiera en cierto nivel de cansancio, pues los dos primeros días conviene no esforzarse físicamente (con la única ya referida salvedad de la primera hora de la mañana), pues al cansancio propio del Jet lag se añadiría el de la actividad física, lo que agravaría ligeramente el síndrome del jet lag.
- Melatonina: como ya se ha comentado al referirnos al tratamiento, la melatonina se utiliza (en los países en los que está autorizada su comercialización, como por ejemplo en Estados Unidos) como prevención y como tratamiento del jet lag: en el transcurso del viaje el pasajero puede tomar de 3 a 5 miligramos, coincidiendo con el momento de acostarse en la zona

horaria de destino. Concluido el viaje, la melatonina la ingieren unas horas antes de irse a la cama a lo largo de varios días.

- Para minimizar los efectos del Jet lag del retorno al lugar de origen, conviene descansar uno o dos días (si existe la posibilidad de disfrutar de permiso en el trabajo (por vacaciones, días libres, etc.) o de liberarse transitoriamente de cualquier otra obligación incompatible con dicho descanso).

BIBLIOGRAFÍA:

Åkerstedt, T. (1995) Work hours, sleepiness and accidents. *J Sleep Res.* 4: 1-3.

Aschoff, J. (1979) Circadian rhythms: influences of internal and external factors on the period measured in constant conditions. *Z f. Tierpsychol.* 49: 225-249.

Aschoff, J. (1960) Exogenous and endogenous components in circadian rhythms. *Cold Spring Harbor Symp Quant Biol.* 25: 11-28.

Aschoff, J. (1981) Handbook of Behavioral Neurobiology. *Biological Rhythms.* Plenum Press, New York.

Aschoff, J., Wever, R. (1976) Human circadian rhythms: A multioscillatory system. *Fed Proc.* 35: 2326-2332.

Aschoff, J. (1965) Circadian rhythms in man. *Science* 148: 1427-1432.

Aschoff, J., Hoffman, K., Pohl, H., Wever, R. (1975) Re-entrainment of circadian rhythms after phase-shifts of the zeitgeber. *Chronobiologia* 2: 23-78

Czeisler C.A., Duffy J.F., Shanahan T.L., Brown E.N., Mitchell J.F., Rimmer D.W., Ronda J.M., Silva E.J., Allan J.S., Emens J.S., Dijk D.J., Kronauer R.E. (1999) Stability, precision, and near-24-hour period of the human circadian pacemaker. *Science* 284: 2177-2181.

Gander P.H., Kronauer R.E., Graeber R.C. (1985) Phase shifting two coupled circadian pacemakers: implications for jet lag. *Am J Physiol.* 249: R704-719.

Golombek, D.A. (editor) (2002). «El ciclo sueño vigilia», *Cronobiología humana.* Buenos Aires: Editorial Universidad de Quilmes.

Graeber, R.C. (1989) Jet lag and sleep disruption. En Kryger, M.H., Roth, T., Dement, W.C. (Eds.). *Principles and practice of sleep medicine.* Philadelphia: WB Saunders. pp. 324-331.

Monk, T.H., Moline, M.L., Graeber, R.C. (1988) Inducing jet lag in the laboratory: patterns of adjustment to an acute shift in routine. *Aviat Space Env Med.* 59: 701-10.

Newman LA, Walker MT, Brown RL, Cronin TW, Robinson PR (2003) "Melanopsin forms a functional short-wavelength photopigment", *Biochemistry.* 2003 Nov 11;42(44):12734-8.

Nicholson, A., Pascoe, P., Spencer, M., Stone, B., Roehrs, T., Roth, T. (1986) Sleep after transmeridian flights. *Lancet* 2: 1205-1208.

Redlin U. & Mrosovsky N. (1997). *Exercise and human circadian rhythms: what we know and what we need to know.* **Chronobiol Int.** **14**, 221-9.

Samel, A., Wegmann, H.M., Vejvoda, M. (1995) Jet lag and sleepiness in aircrew. *J Sleep Res.* 4: 30-36.

Samel, A., Wegmann, H.M. (1989) Circadian rhythms, sleep and fatigue in aircrews operating on long-haul routes. En Jensen, R.S. (Ed.). *Aviation psychology.* Aldershot: Gower Technical. pp. 404-422.

Spitzer, R.L., Terman, M., Terman, J., Williams, J.B. (1997) Columbia jet lag scale. Biometrics Research, NY State Psychiatric Institute.

Waterhouse J, Reilly T, Atkinson G, Edwards B. Jet lag: trends and coping strategies. *Lancet.* 2007;369:1117-1129.

Winget, C.M., de Roshia, C.W., Markley, C.L., Holley, D.C. (1984) A review of human physiological and performance changes associated with desynchronization of biological performance. *Aviat Space Environ Med.* 55: 1085-1096.

Wright, J.E., Vogel, J.A., Sampson, J.B., Knapik, J.J., Patton, J.F., Daniels, W.L. (1983) Effects of travel across time zones (jet lag) on exercise capacity and performance. *Aviat Space Environ Med.* 54: 132-137.