

4.2 Estrategias en la planificación de los viajes del equipo

Ramón Olive, Hospital de Terrassa y CAR de Sant Cugat

Estrategias en la planificación de los viajes del equipo

El médico de equipo debe adaptar sus conocimientos a las nuevas demandas que exige la globalización del deporte profesional. Una de las exigencias que implica esta globalización es la planificación de viajes de larga distancia de nuestros deportistas, en los que hay largas horas de vuelo y se transitan diferentes husos horarios. Ello puede generar distintos problemas de salud, por lo que deberemos adoptar las medidas preventivas suficientes para que no se vea afectada la capacidad de rendimiento del deportista.

El desencadenante de estos cambios en el rendimiento del deportista tras un largo desplazamiento tiene un doble origen. Por un parte, los que genera el propio medio de transporte, en este caso el avión, donde las condiciones de hipoxia en la cabina, la transmisión de enfermedades infecciosas, el miedo y la ansiedad que despierta en alguno de los componentes del equipo, junto con posibles episodios tromboembólicos (TEV), deben tenerse bien controlados para mitigar sus efectos en la medida de lo posible. El otro tema es el *jet lag* que se ocasiona al traspasar varias zonas horarias, lo que trastorna nuestros relojes internos y altera algunos de los ritmos de nuestro organismo como el sueño/vigilia, y que tiene gran implicación en el rendimiento deportivo. Dada la limitación de espacio de texto que tenemos, nos vamos a centrar en dos aspectos primordiales, tanto del *jet lag* como de las medidas preventivas de los episodios troboembólicos por viajes de largo recorrido.

Jet lag

La globalización en el mundo del deporte ha favorecido la creación de ligas supranacionales, lo que ha obligado a los equipos a realizar largos desplazamientos que cruzan diferentes usos horarios en un corto espacio de tiempo. Un ejemplo de ello son las ligas de baloncesto o fútbol, donde participan equipos rusos cuyo lugar de competición está situado en algunos casos a más de 6-8 horas de diferencia del lugar de origen de ciertos equipos. Ello ocasiona alteraciones de los ritmos internos de nuestro organismo, que repercuten en el rendimiento de los deportistas.

Las perturbaciones sobre la homeostasis del cuerpo que se producen cuando realizamos un viaje que cruza diferentes zonas horarias es a lo que llamamos jet lag (Waterhouse, Reilly, & Atkinson, 1997). Esta desincronización entre nuestros ritmos endógenos y los ritmos exógenos de la nueva zona horaria (por ejemplo, el ciclo luz/oscuridad) ocasiona una serie de trastornos como: dificultad para conciliar y mantener el sueño (60-70 %), dificultad para concentrarse, irritabilidad, fatiga, desorientación tiempo-espacio-distancia, mareos, pérdida del apetito, falta de motivación y trastornos gastrointestinales. La mayor preponderancia de los síntomas dependerá de cada individuo, del tipo de actividad que deba realizar y del momento del día en el que le preguntemos al deportista, puesto que por la mañana predominarán los problemas con el sueño, mientras que al mediodía será la dificultad para concentrarse (Waterhouse, Nevill, Edwards, Godfrey, & Reilly, 2003).

Aparte de estos síntomas orgánicos, también hay una repercusión sobre el rendimiento deportivo tanto en la calidad del entrenamiento como en el rendimiento durante la competición. Es difícil saber con exactitud la verdadera repercusión que tiene esta desincronización sobre la capacidad de rendimiento deportivo, al igual que cuesta valorar cuál es la influencia del ejercicio físico sobre los relojes biológicos (Edwards, Lindsay, & Waterhouse, 2005).

Otro aspecto que hay que añadir al desajuste del reloj interno es el cansancio que produce un viaje largo,

tanto por las condiciones de la estructura del habitáculo en el que se realiza el vuelo (asiento con espacio reducido o síndrome del turista, inmovilidad), como por las condiciones ambientales (aire seco de cabina que tiende a producir un cierto grado de deshidratación), trámites burocráticos en

aduana, control del material y del equipaje, etc. (Gorostiaga Ayestarán, y Olivé Vilás, 2007, p. 49).

La ciencia que estudia la estructuración de los ciclos biológicos y sus manifestaciones sobre la vida es la cronobiología. El padre de la cronobiología clínica y de la biorritmología humana es J. Aschoff, que en el año 1959 publicó varios trabajos tras haber sometido a diferentes sujetos a un aislamiento cosmoclimático. Él es quien introdujo el término *zeitgeber* para designar aquellos elementos ambientales que el hombre utiliza para delimitar y periodizar sus ritmos biológicos. Los ritmos biológicos no están impuestos por el entorno, pero sí son ajustados por él; es la llamada sincronización exógena (luz/oscuridad, presencia de comida, etc.). (Gorostiaga Ayestarán, E., y Olivé Vilás, R. 2007) La Cronobiología divide a la población en tres grandes grupos de personalidades horarias o Cronotipos: a) madrugadores, se levanta y acuestan temprano (en la literatura anglosajona se les denomina "alondras"); b) noctámbulos que se acuestan y levantan tarde (en la literatura anglosajona se les denomina "búhos) y c) los indiferentes. Entre los dos primeros existe cronotipos hay una diferencia de aproximadamente 65 minutos en la presentación del pico del ritmo de temperatura del cuerpo. Los madrugadores segregan una mayor cantidad de adrenalina por mañana que los noctámbulos. Además, la frecuencia, modo y ritmo de actividad difieren en varias horas entre ambos grupos.

Los atletas de más de 50 años tienden a ser más madrugadores que los atletas jóvenes. Esto es importante a la hora de diseñar los programas de entrenamiento y las cargas de trabajo. Los ritmos circadianos tienen una amplitud mayor en los individuos entrenados que en los sedentarios. (Gorostiaga Ayestarán, y Olivé Vilás, 2007, p. 49).

No se conocen todos los factores exógenos que tiene influencia sobre el reloj interno del hombre, pero uno de los más importantes es el ciclo luz/oscuridad y es capaz de afectar a todos los demás. La luz estimula el eje retinohipotalámico actuando directamente sobre el SCN (sistema nervioso central) y especialmente sobre la glándula pineal, inhibiendo la producción de melatonina. Para que la luz sea factor regulador, tiene que tener una intensidad importante (brillo) y debe ser duradera. (Gorostiaga Ayestarán, E., y Olivé Vilás, R. 2007)

Otro factor sería la ingesta de determinado grupo de alimentos; por ejemplo, el consumo de altas dosis de proteínas por la mañana incrementaría la concentración de tiroxina que promovería la síntesis y la descarga de norepinefrina (neurotransmisor) y de dopamina que activarían el SNC. Por el contrario, las comidas con una alta concentración de hidratos de carbono facilitan el incremento de triptófano en plasma y con ello la síntesis y descarga de serotonina, neurotransmisor que tiene un papel destacado en la regulación del sueño y es un precursor de la melatonina. (Gorostiaga Ayestarán, y Olivé Vilás, 2007, p. 49).

Ritmos biológicos

¿Qué entendemos por *ritmo biológico*? Es el cambio biológico que se produce en función del tiempo, que se presenta en forma de ola periódica y es reproducible. Estos ritmos biológicos están muy relacionados con factores ambientales.

En el cuerpo humano se suceden una serie de ritmos llamados endógenos que tienen una periodicidad variable. Así, a los que tienen una duración comprendida entre 20 y 28 horas, les llamamos circadianos (se acercan al final del día), los que tienen ritmos menores a las 20 horas se denominan infradianos, mientras que los que presentan una duración mayor a las 28 horas los denominamos ultradianos.

Los parámetros fisiológicos dentro de un ritmo circadiano están influenciados por los cambios en la conducta humana y del entorno en que se desenvuelve el deportista. Un ejemplo lo tenemos en el comportamiento de la sociedad humana, que tiene su máximo periodo de actividad durante el día, cuando hay mayor temperatura y luminosidad.

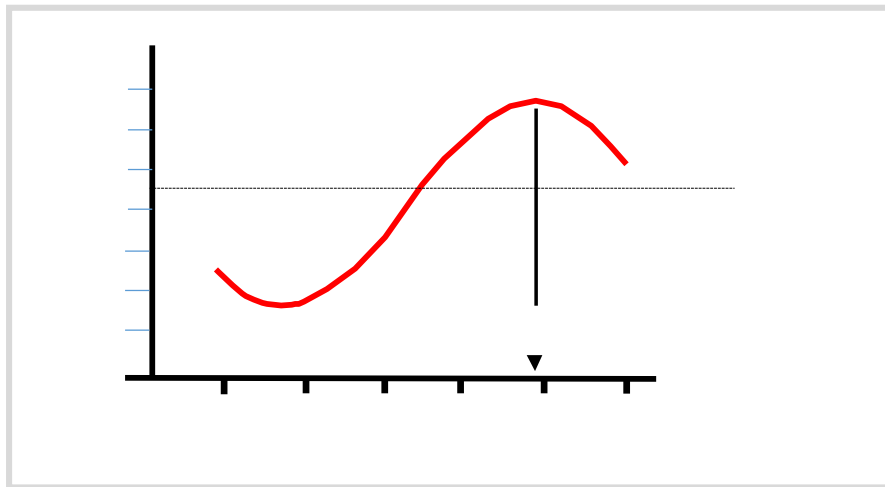
Estos factores exógenos son capaces de interrelacionarse con los ritmos fisiológicos y modularlos, pero no son capaces de condicionarlos completamente, mientras que los factores endógenos, coloquialmente llamados reloj biológico, sí son capaces de modificarlos. Así, vemos que los ritmos biológicos se mantienen durante los primeros días cuando se coloca a un individuo en una cámara de aislamiento, privado de sueño, en la fase inicial de los cambios de zonas horarias o en las personas que empiezan a trabajar en los turnos de la noche. Son precisos varios días para que se produzca la completa adaptación del individuo al nuevo entorno (Minors, & Waterhouse, 1981).

¿Dónde localizamos el reloj endógeno del hombre?

El reloj endógeno del hombre se encuentra a nivel del núcleo supraquiasmático del hipotálamo anterior (SNC), cerca del quiasma óptico. Su periodicidad sería superior a las 24 h si no fuera porque hay un ajuste constante por parte de una serie de factores a los que denominamos de forma general *moduladores* (zeitgebers) y que están directa o indirectamente influidos por los factores ambientales (Minors, & Waterhouse, 1981). Un ejemplo de ello serían en los mamíferos los ciclos luz/oscuridad, disponibilidad/no disponibilidad de comida, actividad/inactividad e influencias sociales solos o combinados, los que serían capaces de modular el reloj biológico.

Temperatura central

Figura 1: Ritmo circadiano de la temperatura rectal con los términos utilizados para describir los ritmos biológicos



Fuente: Tomado de Reilly (1995)

La temperatura del cuerpo oscila durante el día, aumenta antes de despertar y alcanza su máximo valor hacia las 6 de la tarde, para ir descendiendo hasta las 4 de la madrugada, punto de menor temperatura corporal (Figura 1). Parece que estos cambios están relacionados con cambios en la secreción diaria de noradrenalina.

Los mayores factores que influyen sobre la temperatura son el sueño y el ejercicio.

La temperatura central del cuerpo (temperatura rectal) y la temperatura superficial (piel) no presentan cambios rítmicos con el ejercicio (Reilly, & Brooks, 1986).

Frecuencia cardíaca, presión arterial y frecuencia ventilatoria

La frecuencia cardíaca de reposo suele oscilar a lo largo del día, presentando un valor máximo a las 3 de la tarde, con un rango diario de variación situado entre el 5 y el 15 %. Lo mismo ocurre con otros parámetros de la función cardíaca como son: el volumen de eyección, el trabajo cardíaco, la presión arterial y el flujo sanguíneo. La fracción de eyección y la presión arterial están influenciadas por factores externos como son la postura, el sueño, la dieta y la actividad física.

Está demostrado que la presión arterial tiene una regulación neuroendocrina asociada al sueño. Se produce una caída de la presión arterial después de la comida del mediodía, seguida por un pico a la tarde. Este fenómeno es más evidente en los pacientes que duermen la siesta y en aquellos en los que la caída de presión después de comer es mayor (ancianos) (Zulch, & Hossmann, 1967).

La presión sanguínea y la frecuencia cardíaca presentan una oscilación rítmica a lo largo del día, pero es difícil identificar estas variaciones cuando están sometidas a la influencia del ejercicio físico (Callard et al., 2001; Deschenes et al., 1998).

Dos indicadores de la resistencia de las vías aéreas, como son el volumen espiratorio forzado y el flujo espiratorio máximo, varían a lo largo del día y alcanzan su mínimo entre las 3 y las 8 de la mañana.

Función gástrica y urinaria

La velocidad de vaciado gástrico de los alimentos es un 50 % más rápida en el desayuno que en la cena (20 h). Pero se desconoce si el vaciado de bebidas isotónicas es mayor por la mañana que por la tarde durante el ejercicio.

La función urinaria presenta un pico de eliminación de electrolitos por la tarde (16 h) (Robertson, Hodgkinson, & Marshall, 1977).

Secreción hormonal y estado de humor subjetivo

Tanto el cortisol como la hormona del crecimiento (GH) presentan picos de secreción por la noche durante el sueño. Ambas hormonas se ven influenciadas por la calidad del sueño y éste, a su vez, por el ejercicio físico.

Los picos en los niveles de catecolaminas aparecen al mediodía (12 horas). Variaciones de este ritmo pueden observarse con cambios en el nivel de excitabilidad del individuo. (Gorostiaga Ayestarán, y Olivé Vilás, 2007, p. 52).

La melatonina presenta un ritmo circadiano, siendo su pico máximo aproximadamente a las 9 de la noche, y seguidamente decae hasta las 8 de la mañana. La oscuridad favorece la secreción de melatonina y uno de sus efectos es la vasodilatación, que induciría una pérdida de calor, así como el retraso de otras funciones que nos prepararían para el sueño.

La melatonina es un “modulador” interno con efectos parecidos a la luz, pero invertidos. Los estímulos lumínicos tienden a frenar la secreción de melatonina.

Sabemos que la secreción de melatonina se ve influenciada por el ejercicio, pero se discute si produce efecto estimulador o inhibidor. Los estudios realizados parecen demostrar que el estado de vigilia y el estado de buen humor se producen al despertarse. Este estado de buen humor y de excitación es importante para el rendimiento deportivo, para la predisposición al trabajo físico, el trabajo de grupo y la cohesión del este (Atkinson, Greeves, & Cable, 1995).

Rendimiento deportivo

Se cree que el ritmo circadiano puede tener cierta relación con el rendimiento físico porque muchos de los parámetros que definen el rendimiento deportivo presentan un sincronismo con el ritmo circadiano de la temperatura interna de nuestro organismo. (Gorostiaga Ayestarán, y Olivé Vilás, 2007, p. 54).

Así, el pico de fuerza máxima de los músculos de la espalda, las piernas y los brazos, la potencia anaeróbica, el salto de longitud y vertical y la capacidad de resistencia tienen

el pico máximo a las 18:00. Lo mismo sucede con la flexibilidad.

Si analizamos en qué momento del día se obtiene el máximo rendimiento en las diferentes competiciones, vemos que la mayoría de las marcas deportivas han sido batidas en las primeras horas de la tarde, cuando la temperatura corporal alcanza su máximo. (Gorostiaga Ayestarán, y Olivé Vilás, 2007, p. 54).

Hay que ser prudente en aseverar que todo ello se debe a los ritmos circadianos porque también hay que tener en cuenta otros factores, como por ejemplo, los ambientales (velocidad del viento, temperatura, altitud, etc.), que pueden tener una influencia importante (Drust, Waterhouse, Atkinson, Edwards, & Reilly, 2005).

Rendimiento psicomotor

El tiempo de reacción presenta su pico máximo por la tarde, coincidiendo con la máxima temperatura corporal. Ello se explicaría porque el aumento de la temperatura corporal facilita la transmisión nerviosa (Winget, De Roshia, & Holley, 1985).

Los ejercicios en los que el equilibrio es un factor primordial, como es el plato inestable y la barra de equilibrio, los mejores resultados se consiguen por la mañana (Atkinson, Todd, Reilly, & Waterhouse, 2005).

Existe una relación inversa entre la velocidad y la exactitud de ejecución. Por ello, los deportistas que practiquen deportes de gran precisión (tiro, golf, etc.) deberían tener peor rendimiento a primeras horas de la tarde. (Gorostiaga Ayestarán, y Olivé Vilás, 2007, p. 55).

En la memoria reciente y en el cálculo mental, se obtienen mayores rendimientos por la mañana temprana que por la tarde. Sin embargo, dependen mucho de las características de la tarea para realizar (Winget et al., 1985). La memoria a largo plazo, "memoria de retención" (datos que deben retenerse durante un plazo de 1 semana o más), es un 8 % mayor cuando se estudian o presentan los datos en la franja horaria que va de las 15:00 h a las 21:00 h.

Hay que tener en cuenta que existe una importante variabilidad individual en los ritmos diarios de las variables analizadas anteriormente (cronotipos diferentes). Además, con la edad, se reduce la amplitud de los ritmos diarios

y su longitud. No se sabe si esta diferencia observada con la edad se debe al proceso de envejecimiento del reloj interno o al cambio que se produce con la edad en el ritmo de sueño.

Efectos del cambio horario en el rendimiento deportivo

Hay una serie de factores que pueden ayudar a predecir la mayor o menor repercusión que pueda ocasionar este cambio horario sobre el redimiendo deportivo:

- Dirección del vuelo: el tiempo necesario para adaptar la condición física al cambio horario es de, aproximadamente, un día por cada hora de diferencia (Reilly, 1982). En líneas generales, podemos decir que cuando el viaje se realiza hacia el este, la dificultad para conciliar el sueño a la hora local es mayor, mientras que en los vuelos hacia el oeste el problema se centra en el individuo que se despierta temprano.
- Variabilidad individual: en un mismo individuo, la adaptación al cambio horario de los diferentes ciclos endógenos es variable y no se produce su regularización al mismo tiempo. Por ejemplo, parece que lo que primero se adapta es el ciclo sueño-vigilia, seguido de la temperatura corporal (Lemmer, Kern, Nold, & Lohrer, 2002). A las mujeres y a las personas mayores les cuesta más adaptarse que a los hombres y a los jóvenes (Moline et al., 1992). Los individuos noctámbulos se adaptan mejor a los viajes hacia el oeste que los madrugadores hacia el este (Baehr, Reville, & Eastman, 2000). Los individuos que están en mejor forma física y son poco ansiosos se adaptan mejor que los que están en peores condiciones físicas y son más ansiosos (Van Someren, Lijzenga, Mirmiran, & Swaab, 1997).

Otros aspectos que pueden influir es el tener una experiencia previa o la estación del año. Así, cuando hagan el viaje en verano, es más fácil la adaptación al cambio de horario.

Tener presente los ritmos circadianos nos puede beneficiar a la hora de planificar tareas que precisan de facultades como resistencia, agilidad mental y fuerza física. Este beneficio puede llegar al 10 % del rendimiento deportivo. Tenemos que tener presente que una disminución del 10 % en el rendimiento deportivo se produce tras un sueño de menos de 3 horas, tras consumir alcohol hasta el límite legal o tras la ingesta de barbitúricos (Folkard, & Monk, 1983).

Medidas para reducir los efectos negativos del cambio horario

Antes de la salida

Se debe informar al deportista de la posibilidad de aparición de esta sintomatología y en qué forma puede prevenirla. Una estrategia para los viajes hacia el este es intentar adelantar la hora de acostarse por la noche para ir adaptándonos poco a poco al horario del lugar al que nos queremos desplazar. Por el contrario, si el viaje es hacia el oeste, intentaremos retrasar la hora de acostarnos.

Es importante dormir bien el día previo a la salida, como mínimo 8 horas, para iniciar el vuelo lo más descansado posible.

Durante el vuelo

Nada más embarcar en el avión, lo más recomendable es cambiar la hora del reloj y ponerlo en la hora del lugar de destino. Se evitarán bebidas con café o té que favorecen la deshidratación.

Para aliviar o evitar los problemas asociados al hecho de estar sentado todo el tiempo, sería conveniente realizar ejercicios de estiramientos de brazos, tronco y piernas que se pueden realizar en el mismo asiento. También sería conveniente realizar paseos frecuentes por el pasillo del avión que favorecerán que el deportista se mantenga despierto. Estos ejercicios de estiramiento y movilidad se deberían realizar cada 2 horas. También es recomendable la utilización de calcetines de compresión progresiva que evitan que se acumule una cantidad excesiva de sangre en las piernas.

Se recomienda beber líquidos frecuentemente, especialmente agua, evitando el consumo de alcohol, coca cola y café dado su efecto diurético (deshidratación) y excitante del Sistema Nervioso Central (evitar si se desea conciliar el sueño). La cabina del avión tiene un aire muy seco que potenciará la deshidratación.

Las comidas o las cenas deberán ser ligeras, porque no nos vamos a mover mucho. (Gorostiaga Ayestarán, y Olivé Vilás, 2007, p. 65).

Nada más llegar al destino

“En los vuelos hacia el este hay que evitar exponerse a la luz solar por la mañana, e intentar exponerse a la luz solar por las tardes. Con ello, se adapta

más rápidamente al cambio horario” (Gorostiaga Ayestarán, y Olivé Vilás, 2007, p. 65).

Aunque se sigan a rajatabla los consejos, en líneas generales, se tarda aproximadamente 1 día en adaptarse por cada huso horario que hayamos traspasado. Así, si el lugar a donde viajamos hay una diferencia horaria de 5 horas, tardaremos al menos 5 días en regularizar nuestros relojes internos.

La programación de las cargas de entrenamiento durante este periodo se deberá ajustar más al momento de adaptación que se encuentra nuestro deportista que al horario de competición.

La dieta durante esta fase de adaptación promoverá la ingesta abundante de hidratos de carbono para la cena evitando la ingesta de alcohol y de bebidas que contengan cafeína o teína para favorecer el sueño. “También se debe insistir en beber abundantes líquidos. El desayuno debería contener una elevada proporción de proteínas para favorecer un estado de vigilia” (Gorostiaga Ayestarán, y Olivé Vilás, 2007, p. 65).

“Es importante evitar dormir fuera del horario adecuado (por ejemplo, a media mañana o a media tarde), pero en caso de necesidad (cansancio excesivo, recuperación de cargas), pueden permitirse periodos de sueño corto (no mayores a 2 horas)” (Olivé, 2002)

¿Cómo podemos aliviar la sintomatología producida por el cambio de horario?

Además de las medidas descritas anteriormente para intentar reducir los síntomas asociados a los cambios horarios, composición adecuada de la dieta y programación de las horas de sueño (Gorostiaga Ayestarán, y Olivé Vilás, 2007, p. 65), existen otros métodos que vamos a exponer.

Fototerapia

“La fototerapia consiste en exponer a un individuo a un haz luminoso intenso, durante un periodo de tiempo determinado, para intentar retrasar o avanzar el ritmo circadiano de un sujeto y adaptarle de este modo más rápidamente al cambio horario” (Gorostiaga Ayestarán, y Olivé Vilás, 2007, p. 65).

Los trabajos realizados hasta la fecha sobre esta terapia no son concluyentes. Según indica el *Consensus Report for Light Treatment*, deberían realizarse más estudios para determinar los parámetros adecuados de intensidad de luz, tiempo de exposición y situaciones de vuelos que sean eficaces para acelerar la adaptación a los cambios horarios (Boulos et al., 2005).

En general, podemos decir que en los viajes hacia el este hay que intentar exponer a los deportistas a la luz intensa por las tardes y evitar exponerlos por las mañanas.

Sustancias que promueven la vigilia

Las sustancias más utilizadas para promover la vigilia son: las anfetaminas, la promolina, el modafinil y la cafeína. Como la única de ellas que no está incluida en la lista de sustancias prohibidas es la cafeína, es la única que se recomienda tomar, si es que se necesita.

La cafeína facilita la vigilia y el desarrollo de tareas mentales. Podría ingerirse si el deportista no se adapta bien al nuevo horario, para mantener la vigilia y evitar que el deportista se duerma en horas en las que debería estar despierto. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la ingestión de cafeína en dosis elevadas puede provocar dificultad para conciliar o mantener el sueño en las horas normales de descanso habitual, con lo que puede empeorar la adaptación al cambio horario. (Gorostiaga Ayestarán, y Olivé Vilás, 2007, p. 66)

Cronobióticos

Son fármacos que actúan sobre algún elemento biológico de la estructura del ritmo circadiano y que, si se toman a una hora adecuada del día, podrían favorecer la adaptación más rápida al cambio horario. Los dos fármacos supuestamente cronobióticos más populares son las benzodiacepinas y la melatonina.

Benzodiacepinas actúan sobre los receptores GABA del Sistema Nervioso Central favoreciendo el sueño. Algunos autores aprovechan este efecto sobre el reloj biológico para favorecer una adaptación más rápida al cambio horario. Las benzodiacepinas más utilizadas son el Diacepan (poco

recomendado porque sus efectos duran de 24 a 48 horas), el Loracepán (con efectos que duran más de 10 horas) y Zaleplon (con vida media más corta y menos efectos secundarios. Pero tienen efectos secundarios, como disminuir el estado de vigilia y el rendimiento psicomotor, que no son buenos para el deportista.

Melatonina tiene propiedades hipnóticas y un efecto vasodilatador que reduce la temperatura corporal. También estimula secundariamente la respuesta inmunológica humoral a través de la interleukina-4 y otras citoquinas, además es un poderoso destructor de radicales libres. Cuando se toma antes de irse a dormir (hacia las 8 de la tarde hora local) favorece el sueño, lo que podría usarse para favorecer la adaptación al cambio horario, además no presenta tantos efectos secundarios sobre el estado de forma a la mañana siguiente, aunque suele producir una sensación de fatiga. (Gorostiaga Ayestarán, y Olivé Vilás, 2007, p. 66).

Hay diferentes estudios científicos como los Claustrat, Brun, David, Sassolas, & Chazot (1992) y Lagarde et al. (2001) que muestran que la ingesta de melatonina puede favorecer esta resincronía de los relojes biológicos. Si uno decide seguir un tratamiento con melatonina debe comprobar la pureza de esta y adquirirla en centros reconocidos, ya que si no su pureza puede ser puesta en duda. El mejor efecto se obtiene en dosis de 2-5 miligramos (dosis superiores a 5 miligramos no aportan mejoras de la sintomatología), un poco tiempo antes de la hora de acostarse en el lugar de destino. El inicio del tratamiento se hará el día de viaje coincidiendo con la hora de acostarse en el lugar de destino y se seguirá durante los dos y cuatro primeros días de estancia en el lugar de destino. Hay que indicar que la ingestión de melatonina está contraindicada en las personas que toman anticoagulantes orales warfarina y en las que tienen epilepsia (Herxheimer, & Petrie, 2002).

El ejercicio físico

Como hemos indicado anteriormente existen evidencias de que el ejercicio físico puede actuar como un regulador del reloj interno. Sabemos que los individuos que realizan ejercicio físico de forma continuada tienen mayor facilidad para adaptarse a los cambios de horario. Los deportistas también se adaptan mejor cuando se entrenan desde el primer día tras la llegada al lugar de destino. En el caso del viaje hacia el este la mejor hora para entrenarse el primer día es por la tarde, en vez de por la mañana, porque al realizar el

ejercicio por la tarde, después de la caída de la temperatura corporal, se obtiene un adelanto del reloj biológico, que es hacia lo que hay que tender para adaptarse a los cambios horarios cuando se viaja hacia el este. (Gorostiaga Ayestarán, y Olivé Vilás, 2007, p. 68).

Síndrome de tromboembolismo en los vuelos aéreos de larga distancia

Los episodios tromboembólicos (TEV) tiene una relación directa con la duración del vuelo (de más de 8 horas) (Chandra, Parini, & Mozaffarian, 2009).

El riesgo de sufrir una embolia pulmonar (EP) el día del aterrizaje tras un vuelo de larga duración es $0.5 / 1 \times 10^6$ y aumenta a $27/1 \times 10^6$ TEP (trombosis venosa profunda, TVP, o EP) durante los primeros 14 días después del aterrizaje (Lapostolle et al., 2001). La estimación es de 1.1 TEP por millón de personas día, cifra muy cercana a la incidencia de esta patología en la población sana que es de 1.9 - 5.2 personas por millón y día. Si somos muy rigurosos y realizamos un estudio ecográfico a los pasajeros de vuelos de largo recorrido, el diagnóstico de TVP se incrementa a 3 - 12 % (Huges et al., 2003). Esta discrepancia entre las cifras se debe a que la TVP asintomática es 5-20 veces más frecuente que los episodios sintomáticos.

Factores de riesgo

El riesgo de sufrir un episodio es 18 % más alto por cada incremento de 2 horas en la duración del viaje, e incluso es 26 % más alto (por 2 h) cuando el viaje es exclusivamente en avión (Chandra et al., 2009). El riesgo realista de evento sintomático es 1/600 para vuelos de más de 4 h y 1/500 para vuelos de más de 12 h en viajeros mayores de 50 años (Geerts, Bergqvist, & Pineo, 2008).

Se han identificado siete factores de riesgo para TEV relacionados con volar (tanto en clase turística como en primera clase) o viajar en automóvil, tren o autobús:

- 1)** La duración de los vuelos prolongados de viaje (más de 6 h): el riesgo se incrementa en 2,3 veces en comparación con vuelos más cortos (Chandra et al., 2009).
- 2)** Edad mayor de 40 años (45 % de 126 casos de TVP) (Philbrick, Shumate, Siadaty, & Becker, 2007).
- 3)** Sexo femenino (tres veces superior al hombre) (Lapostolle et al., 2009).

- 4) Mujeres que toman anticonceptivos orales (AO) o terapia de reemplazo hormonal (TRH).
- 5) Venas varicosas en miembro inferior (Philbrick et al., 2007).
- 6) Obesidad (IMC > 30, Philbrick et al., 2007).
- 7) Trombofilia genética (Philbrick et al., 2007). Elevados niveles de factores de coagulación II y VIII (Kuipers, Cannegieter, Doggen, & Rosendaal, 2009).
- 8) Otros factores de riesgo, por ejemplo, estatura alta, baja estatura, etcétera.

Etiología

En la mayoría de los vuelos comerciales, existe un grado de hipoxia en la cabina comparable a vivir en alturas de 1800-2400 m. Ello es así porque el mantenimiento de la diferencia de presión de aire ideal entre los compartimentos interior y exterior exigiría una gran cantidad de combustible, lo que agregaría peso al avión. Estas condiciones de hipoxia son peligrosas, especialmente para los pacientes con enfermedades cardiovasculares o pulmonares crónicas (Silverman, & Gendreau, 2009), que probablemente juegan un papel en la activación del sistema de coagulación durante el viaje aéreo (Mohr, 2008).

Un vuelo aéreo de más de 8 h aumenta significativamente la actividad procoagulante en un 17 % de las personas sanas, y en particular en aquellos que albergan trombofilia o en mujeres que usan anticonceptivos o terapia hormonal sustitutiva.

Si a ello unimos que el espacio del que disponemos para movernos en clase turística es muy reducido, hace que la estasis venosa y la actividad procoagulante aumente. Esta inmovilidad durante el vuelo se relaciona casi en un 75 % de los casos de TVP.

Otro punto que favorece esta actividad procoagulante es el grado de deshidratación que hay durante el vuelo por la baja humedad en cabina (8-12 %), menor ingesta de líquidos y al consumo de café o bebidas alcohólicas que inducen diuresis que ayudan a una hemoconcentración e hiperviscosidad sanguínea.

Medidas preventivas

Las podemos dividir en dos grandes grupos individuales y mejoras en las condiciones de vuelo:

- **Individuales:** la primera condición es detectar a las personas de riesgo dentro del equipo, tomando en consideración los factores expuestos con anterioridad, que merecerán una especial atención. Las medidas generales que debemos eludir son largos periodos de sedestación. Para ello, indicaremos ejercicios de movilización de los gemelos mientras se está sentado, hacer pequeños paseos a lo largo del avión cada 2-3 h, beber de forma frecuente agua y evitar el consumo de alcohol, café o té.

Se puede lograr la prevención de estasis venosas mediante el uso de medias elásticas graduadas, que se ha demostrado que reducen la incidencia de TEV en casi un 90 % en pacientes con riesgo estándar. La profilaxis farmacológica está reservada para pacientes de alto riesgo. No se ha demostrado que los agentes antiagregantes (aspirina, clopidogrel) reduzcan la incidencia de TEV en pacientes de alto riesgo. La enoxaparina, una, a una dosis de 1 mg / kg 2-4 h antes de los vuelos de larga distancia, disminuye significativamente la incidencia de TEV del 4,8 al 0 % (Brenner, 2009; Cesarone et al., 2002).

- **Mejoras de las condiciones ambientales en la cabina del avión:** para ello, es necesario mantener la presión en cabina en condiciones hipobáricas (1.8-2.5 km altitud); mantener una humedad relativa adecuada para mitigar en lo posible la deshidratación de las unidades de aire acondicionado. También, fomentar a los pasajeros la ingesta de líquidos que no contengan alcohol, café o té.

Otro aspecto es aumentar el espacio entre asientos del pasaje que permita estirar las piernas y movimientos de contracción de los músculos de la pantorrilla. Por último, proporcionar niveles óptimos de oxígeno en la cabina

Referencias

Atkinson, G., Buckley, P., Edwards, B., Reilly, T., & Waterhouse, J. (2001). Are there hangover-effects on physical performance when melatonin is ingested by athletes before nocturnal sleep? *International Journal of Sports Medicine*, 22(3), 232-4.

Atkinson, G., Greeves, J., & Cable, T. (1995). Day-to-day and circadian variability of leg strength measured with the LIDO isokinetic dynamometer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13, 18-19.

Atkinson, G., Todd, C., Reilly, T., & Waterhouse, J. (2005). Diurnal variation in cycling performance: influence of warm-up. *Journal of Sports Science and Medicine*, 23(3), 321-329.

Baehr, E. K., Revelle, W., & Eastman, C.I. (2000). Individual differences in the phase and amplitude of the human circadian temperature rhythm: with an emphasis on morningness-eveningness. *Journal of Sleep Research*, 9(2), 117-127.

Brenner, B. (2009). Prophylaxis of travel-related thrombosis in women. *Thrombosis Research*, 123(supl. 3), S26-S29.

Boulos, Z., Campbell, S. S., Lewy, A. J., Terman, M., Dijk, D. J., & Eastman, C. I. (1995). Light treatment for sleep disorders: consensus report. VII. Jet lag. *Journal of Biological Rhythms*, 10(2), 167-176.

Callard, D., Davenne, D., Lagarde, D., Meney, I., Gentil, C., & Van Hoecke, J. (2001). Nycthemeral variations in core temperature and heart rate: continuous cycling exercise versus continuous rest. *International Journal of Sports Medicine*, 22(8), 553-557.

Cesarone, M. R., Belcaro, G., Nicolaidis, A. N., Incandela, L., De S, Geroulakos, G., Lennox, A.,... & Winford, M. (2002). Venous thrombosis from air travel: the LONFLIT3 study—prevention with aspirin vs low-molecular-weight heparin (LMWH) in high-risk subjects: a randomized trial. *Angiology*, 53, 1-6.

Chandra, D., Parini, E., & Mozaffarian, D. (2009). Meta-analysis: travel and risk for venous thromboembolism. *Annals of Internal Medicine*, 151, 180-190.

Claustrat, B., Brun, J., David, M., Sassolas, G., & Chazot, G. (1992). Melatonin and jet lag: confirmatory result using a simplified protocol. *Biological Psychiatry*, *32*(8), 705-711.

Daurat, A., Benoit, O., & Buguet, A. (2000). Effects of zopiclone on the rest/activity rhythm after a westward flight across five time zones. *Psychopharmacology (Berl)*, *149*(3), 241-5.

Deschenes, M. R., Kraemer, W. J., Bush, J. A., Doughty, T. A., Kim, D., Mullen, K. M., & Ramsey, K. (1998). Biorhythmic influences on functional capacity of human muscle and physiological responses. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *30*(9), 1399-1407.

Drust, B., Waterhouse, J., Atkinson, G., Edwards, B., & Reilly, T. (2005). Circadian rhythms in sports performance--an update. *Chronobiology International*, *22*(1), 21-44.

Edwards, B. J., Lindsay, K., & Waterhouse, J. (2005). Effect of time of day on the accuracy and consistency of the badminton serve *Ergonomics*, *48*(11-14), 1488-1498.

Folkard, S., & Monk, T. H. (1983). Chronopsychology: circadian rhythms and human performance. En A. Gale, y J. A. Edwards (Eds.), *Attention and performance* (pp. 55-78). New York: Academic Press.

Geerts, W. H., Bergqvist, D., & Pineo, G. F. (2008). American College of Chest Physicians et al Prevention of venous thromboembolism: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines (8.^a ed.). *Chest*, *133*(supl. 6), 381S-453S.

Gorostiaga Ayestarán, E., y Olivé Vilás, R. (2007). *Adaptaciones al clima y al horario de Pekín'08*. España: Comité Olímpico Español. Recuperado de <https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/4E1F3179-C69F-4EC7-BBF3-006B3BC5EA09/189147/folletopekinokfindefi6.pdf>

Grobler, L. A., Schweltnus, M. P., Trichard, C., Calder, S., Noakes, T. D., & Derman, W. E. (2000). Comparative effects of zopiclone and loperazolam on psychomotor and physical performance in active individuals. *Clinical Journal of Sport Medicine*, *10*(2), 123-8.

Harma, M. (1993). Individual differences in tolerance to shift work: a review. *Ergonomics*, *36*(1-3), 101-109.

Herxheimer, A., & Petrie, K. J. (2002). Melatonina for the prevention and treatment of jet lag. Cochrane Library: disk issue 4: CD001520.

Huges, R. J., Hopkins, R. J., Hill, S., Weatherall, M., Van de Water, N., Nowitz, M., Milne, D., Ayling, J.,... & Beasley, R. (2003). Frequency of venous thromboembolism in low to moderate risk long distance air travelers: the New Zealand Air Travelers Thrombosis (NZAIT) study. *Lancet*, *362*, 2039-2044.

Kuipers, S., Cannegieter, S. C., Doggen, C. J. M., & Rosendaal, F. R. (2009). Effect of elevated levels of coagulation factors on risk of venous thrombosis in long-distance travelers. *Blood*, *113*(9), 2064-2069.

Lagarde, D., Chappuis, B., Billaud, P. F., Ramont, L., Chauffard, F., & French, J. (2001). Evaluation of pharmacological aids on physical performance after a transmeridian flight. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *33*(4), 628-634.

Lapostolle, F., Le Toumellin, P., Chassery, M., Galinski, M., Ameer, L., Jabre, P., Lapandry, C., & Adnet, F. (2009). Gender as a risk factor for pulmonary embolism after air travel. *Thrombosis and Haemostasis*, *102*(6), 1165-1168.

Lapostolle, F., Surget, V., Borron, S. W., Smaizières, M., Sordelet, D., Lapandry, C., Cupa, M., & Adnet, F. (2001). Severe pulmonary embolism associated with air travel. *New England Journal of Medicine*, *345*, 779-783.

Lemmer, B., Kern, R. I., Nold, G., & Lohrer, H. (2002). Jet lag in athletes after eastward and westward time-zone transition. *Chronobiology International*, *19*(4), 743-764.

Minors, D., & Waterhouse, J. (1981). *Circadian rhythms and the human*. London: Wright PSG.

Mohr, L. C. (2008). Hypoxia during air travel in adults with pulmonary disease. *American Journal of the Medical Sciences*, *335*, 71-79.

Moline, M. L., Pollak, C. P., Monk, T. H., Lester, L. S., Wagner, D. R., Zendell, S. M.,... & Hirsch, E. (1992). Age-related differences in recovery from simulated jet lag. *Sleep*, *15*(1), 28-40.

Olivé, R. (2002). Jet lag, adaptación del equipo olímpico español en su viaje a Sydney. *Selección, 11*, 160-165.

Philbrick, J. T., Shumate, R., Siadaty, M. S., & Becker, D. M. (2007). Air travel and venous thromboembolism: a systematic review. *Journal of General Internal Medicine, 22*, 107-114.

Reilly, T. (1982). Circadian variations in ventilatory and metabolic adaptations to submaximal exercise. *British Journal of Sports Medicine, 16*, 115-116.

Reilly, T., & Brooks, G. A. (1986). Exercise and the circadian variation in body temperature measures. *International Journal of Sports Medicine, 7*, 358-362.

Reilly, T., & Piercy, M. (1994). The effect of partial sleep deprivation on weight-lifting performance. *Ergonomics, 37*(1), 107-115.

Reilly, T., & Waterhouse, J. (2005). *Sport, exercise and environmental physiology*. Edimburgo, Scotland: Elsevier.

Robertson, W. G., Hodgkinson, A., & Marshall, D. H. (1977). Seasonal variations in the composition of urine from normal subjects: a longitudinal study. *Clinica Chimica Acta, 80*(2), 347-353.

Silverman, D., & Gendreau, M. (2009). Medical issues associated with commercial flights. *Lancet, 373*(9680), 2067-2077.

Van Someren, E. J., Lijzenga, C., Mirmiran, M., & Swaab, D. F. (1997). Long-term fitness training improves the circadian rest-activity rhythm in healthy elderly males. *Journal of Biological Rhythms, 12*(2), 146-156.

Waterhouse, J., Nevill, A., Edwards, B., Godfrey, R., & Reilly, T. (2003). The relationship between assessments of jet lag and some of its symptoms. *Chronobiology International, 20*(6), 1061-1073.

Waterhouse, J., Reilly, T., & Atkinson, G. (1997). Jet lag. *The Lancet, 350*, 1611-1616.

Winget, C. M., De Roshia, C. M., & Holley, D. C. (1985). Circadian Rhythms and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 17*, 498-516.



Wurtman, R. J. (1982). Nutrients that modify brain function. *Scientific American*, 246(4), 50-59.

Zulch, K. J., & Hossmann, V. (1967). 24-hour rhythm of human blood pressure. *German medical monthly*, 12(11), 513-518.