

# Módulo 4. La vuelta a los entrenamientos y competiciones. Estrategias en la planificación de los viajes del equipo.

## Unidad 4.1 Return to play: decisiones para volver al deportista a la competición.

Dr. Ricard Pruna

### Introducción

La gestión de las lesiones es un aspecto vital de la medicina del deporte. La fase final del proceso, donde se determina cuándo los jugadores deben volver a entrenar y, lo que es más importante, cuándo pueden regresar a jugar, es una etapa clave en el proceso denominado *return to play* o *vuelta a la competición* (RTP). Se plantea que los jugadores regresen lo más temprano posible para que puedan contribuir al rendimiento del equipo sin perder cualidades competitivas. Al mismo tiempo, es importante que el retorno no sea prematuro, ya que puede ocasionar retrocesos en el proceso de recuperación, recidivas de la lesión y una mayor probabilidad de lesiones adicionales.

La decisión de la vuelta a la competición es compleja y multifactorial, el reto es practicar bajo los estándares de la ciencia mientras se encuentra un balance entre los intereses del jugador y del equipo.

Además, la relación entre el entrenador, atleta, y el equipo médico debe ser de confianza para tomar decisiones en conjunto.

**RTP en la práctica** implica **un aprendizaje constante**; se trata de un proceso refinado por la experiencia y la reflexión sobre cómo combinar la mejor calidad, investigación y evidencia clínica (McCall et al., 2016).

¿Qué sostiene la filosofía actual del proceso de toma de decisiones?



Teniendo en cuenta las últimas publicaciones científicas, el estudio específico del RTP ha tenido un avance limitado. Así lo sostiene el artículo: “Return-To-Play Criteria after Hamstring Injury: Actual Medicine Practice in Professional Soccer Teams” (2014), de los autores Delvaux, Rochcongar, Bruyère, entre otros, el cual detalla los criterios usualmente utilizados por los médicos para determinar la capacidad del jugador para volver al deporte.

En la actualidad, solo unos pocos estudios abordan la situación adecuadamente y se centran en la realidad del propio deporte. Al respecto, se cita el artículo: “Hamstring strain injuries: recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention” (2010) de Heiderscheit, Sherry, Silder, entre otros.

Esto lleva a dos preguntas clave:

- a) ¿De qué manera evaluamos el RTP hoy?
- b) ¿Cómo debemos entender el proceso del RTP? ¿Se contempla el RTP simplemente como un proceso estático con una serie de parámetros que deben superarse y cumplirse cuando el jugador lesionado ha llegado a la etapa final, o es un proceso constantemente dinámico, adaptable, modificable y creativo de toma de decisiones?

Cada decisión desde el inicio del proceso lesional afecta los criterios finales de RTP. La primera decisión conlleva a la siguiente y el proceso se convierte en una red de decisiones que implican un *feedback* donde las diferentes variables interactúan. Pero, ¿cuáles son esas variables?:

- 1) Un diagnóstico correcto y preciso, basado en las propiedades biológicas del tejido afectado.
- 2) Un control estricto de la carga física durante el proceso de recuperación.
- 3) Una gestión bien planificada de los factores modificadores del riesgo deportivo y los modificadores de cada decisión.

Para comprender completamente y explicar estas variables en profundidad, es importante enfatizar que el RTP debe entenderse como un proceso dinámico y personalizado.

El objetivo principal es reducir el riesgo de nuevas lesiones y no entender exactamente el RTP en términos de tiempo. Durante un proceso dinámico, existen muchos factores diferentes que interactúan y modifican el resultado final.

### **1) Un diagnóstico correcto y preciso, basado en las propiedades biológicas del tejido afectado**

Un error común y grave en el RTP es el diagnóstico incorrecto. Este se relaciona con decisiones incorrectas y mal planificadas sobre la lesión que tienen influencia en los



resultados finales (Orchard et al, 2005). En consecuencia, es importante entender que el proceso de toma de decisiones del RTP se ve influenciado desde el comienzo del proceso de recuperación. Un diagnóstico correcto es el paso más relevante en el RTP; de hecho, es la piedra angular del proceso. No podemos basar las decisiones solo en la resonancia magnética o en los datos obtenidos mediante GPS (tecnología aplicada al fútbol, sistema de posicionamiento global que analiza parámetros de fuerza y velocidad del deportista), sino que debemos considerar todas las partes junto con la sintomatología clínica y entender que todos son componentes importantes en el proceso de toma de decisiones. Cada vez más componentes de carga interna como la cantidad y calidad del sueño, el estrés, el estado anímico y la nutrición están en interacción en el proceso del RTP.

En referencia al diagnóstico, muchas variables deben tenerse en cuenta cuando tratamos con deportistas profesionales: la variabilidad anatómica y la diferente capacidad de curación de los tejidos conectivos, como el tendón, los músculos y las fascias. Así lo sostienen W. E. Garrett Jr., en su artículo "Muscle strain injuries" (1996), y Voleti, Buckley, y Soslowsky, en "Tendon healing: repair and regeneration" (2012). Tales variables son importantes para definir cómo se trata y se planifica el proceso de recuperación y el retorno a la competición de una lesión muscular (Miller et al., 2009).

Por lo tanto, debe tenerse en cuenta que la curación del tendón es muy diferente a la reparación de un músculo. También es importante diferenciar entre la lesión por primera vez y la recidiva, en la que el jugador puede desencadenar un problema crónico.

Es esencial diferenciar el proceso de recuperación en función de las necesidades exactas del jugador lesionado y controlar cuidadosamente el progreso de la rehabilitación y el impacto que una lesión puede haber tenido en la condición física, las cualidades cognitivas y la movilidad espacial y específica para su deporte; pero también es relevante proporcionar consejos dietéticos y de estilo de vida que puedan mejorar el proceso de recuperación. Asimismo, es responsabilidad del equipo médico garantizar que los jugadores no tomen sustancias nocivas o prohibidas en su búsqueda para facilitar el RTP.

Si bien el rango de definiciones de RTP es amplio, el concepto más apropiado para su definición es la disponibilidad total para entrenar y participar en los partidos (Müller et al., 2014). Además, la fase de entrenamiento debe ser entendida como parte del proceso de recuperación, donde el jugador puede recibir el permiso o alta médica pero no la competitiva. Hay varios objetivos para considerar antes de tomar la decisión de volver a jugar. Estos incluyen:

- Alcanzar un nivel físico-competitivo previo a la lesión.
- Finalizar un programa de rehabilitación.
- Lograr actividad completa y disponibilidad para sesiones de entrenamiento intenso.



¿Qué significa alcanzar el nivel previo a la lesión? ¿Es un punto donde el jugador siempre está 100 % saludable? ¿Qué puede demostrar que el jugador en el nivel anterior a la lesión estaba sano y libre de lesiones? (Askling et al., 2006)

Teniendo en cuenta el nivel previo a la lesión, es importante comprender si esta situación fue un posible factor de riesgo de lesión. A menudo, el nivel previo a la lesión forma parte de un mal proceso de adaptación al entrenamiento y a la competición, lo que podría indicar que el jugador ya estaba en riesgo.

¿Habría sido menos probable que el jugador sufriera la lesión si su condición previa a la lesión hubiera sido mejor? ¿Hubo alguna indicación de que el jugador estaba en riesgo de sufrir una lesión específica? ¿La lesión se relacionó con una pérdida de fuerza? Y si el jugador tenía déficits en términos de fuerza muscular, ¿cuál fue la causa?

**Hay muchos factores posibles que pueden provocar que un jugador termine teniendo un mayor riesgo de lesión. El tipo de lesión, su biología, la razón de los déficits de fuerza y la pérdida de agilidad cognitiva son factores clave para determinar el proceso de recuperación y el RTP (Askling et al., 2006)**

## **2) La personalización de las cargas de entrenamiento es el segundo componente clave en RTP**

El ámbito del deporte se ha vuelto más científico y requiere que los jugadores y entrenadores se adapten rápidamente al "nuevo deporte". Algunas estrategias y métodos de entrenamiento son obsoletos. La mayoría de los ejercicios, incluidos como prevención secundaria, no tienen ningún efecto preventivo y la mayoría de las veces solo sobrecargan los músculos. Por lo tanto, es imprescindible discutir el cambio del concepto de prevención. El objetivo no debe verse como prevención *per se*, sino que debe introducirse el concepto de *adaptación*. La lesión por sobrecarga muscular no debe entenderse como una alteración mecánica del tejido sano, sino como una serie de respuestas adaptativas aberrantes que, con el tiempo, no permitirán que el tejido se adapte al aumento de las cargas y el estrés.

Ha habido numerosos avances en la comprensión del funcionamiento del cuerpo humano. Esto ha llevado a nuevos métodos e ideologías en términos de estructura, tipo e intensidad de entrenamiento, con el objetivo de maximizar el rendimiento deportivo, pero, al mismo tiempo, de mantener la salud del jugador. Los equipos médicos deben hacer todo lo posible para mejorar su funcionamiento multidisciplinario y comprender las decisiones tomadas por los jugadores. Educar a todos los interesados y relacionados con el desarrollo de la rehabilitación de un jugador específico pone de relieve las implicaciones prácticas y un beneficio para ellos.

Una evaluación estática de las habilidades de un jugador, independientemente del entorno deportivo específico, es un error actual y un nuevo desafío que los médicos



deportivos deben afrontar. La información importante ya no solo deriva de la sala médica. Además del examen clínico y la resonancia magnética, muchos equipos médicos y técnicos consideran importante usar GPS cuando personalizan el progreso de la lesión y obtienen un marco sólido para validar el RTP y el manejo de la carga de tejidos blandos. Así lo sostienen Hallén y Ekstrand en "Return to play following muscle injuries in professional footballers" (2014), y Järvinen, Kääriäinen, Järvinen, y Kalimo, en "Muscle strain injuries. *Current Opinion in Rheumatology*" (2000).

La tecnología para controlar las cargas de trabajo proporciona una gran cantidad de datos y los médicos deben validar lo que podría ser útil para determinar el *perfil personalizado*, que es el perfil obtenido al recopilar datos de cada entrenamiento y el que refleja cuándo el jugador está absolutamente sano y en un estado físico óptimo. Existen diferentes perfiles dentro de un equipo: con predominio de aceleración, desaceleración o combinación de ambos. Esto implica que habrá diferentes RTP que dependen de las habilidades específicas del jugador. Las variables recopiladas diariamente de entrenamientos y partidos ayudarán a dar forma al estado del jugador, donde los más importantes son la aceleración, desaceleración, carrera de alta velocidad (HSR), HML, *sprints* y balance de pasos o *step balance*. De esta forma, podemos saber cuáles son las características de cada jugador individual y luego mejorar el perfil de ajuste individual. El seguimiento de estas variables a largo plazo crea un perfil completo de cada jugador en función de sus características individuales y puede ayudar a identificar el estado en el que son más vulnerables a lesiones, a su tolerancia y a los entrenamientos y ayuda a comprender mejor el progreso de la recuperación. Durante este proceso, los circuitos adaptados se enfocan en el objetivo que se necesita alcanzar. Los circuitos son diferentes dependiendo de si el objetivo es la velocidad (HSR o *high speed running*, máxima velocidad que alcanza un deportista en una acción determinada) o la fuerza (aceleración/desaceleración; para poder acelerar y frenar, son necesarios unos niveles de fuerza considerables). El readaptador diseñará circuitos donde se puedan trabajar diferentes cualidades físicas que sean necesarias para avanzar en el proceso de rehabilitación de la lesión.

### **3) Gestión inteligente de modificadores**

Las reglas de los diferentes deportes afectan la vuelta al juego en gran medida; en el fútbol, necesitas recuperarte por completo de una lesión, mientras que en el balonmano o el baloncesto puedes empezar a jugar antes porque estos deportes permiten cambios frecuentes de jugadores durante la competición. Volver al juego no necesariamente significa que un jugador debe iniciar y finalizar su primer partido justo después de regresar. La normativa del fútbol permite el uso de sustituciones, lo que les da a los equipos la oportunidad de introducir gradualmente a un jugador nuevamente en el juego y garantizar que la tensión y la carga no sean demasiado altas, demasiado pronto. Los médicos deben involucrarse en el deporte y tener un conocimiento profundo del entorno para poder gestionar inteligentemente las decisiones tomadas junto con el jugador, el



personal técnico y los entrenadores, por lo que la experiencia adquirida por los médicos dependerá cada vez más de este conocimiento.

Existen diferentes condicionantes ligados al propio jugador (personales o deportivos), a su entorno (familia , mánager, compañeros deportistas con experiencias propias), al entrenador y al *staff* técnico que influyen en el proceso de toma de decisiones. El calendario competitivo y alcanzar una final o la renovación de un contrato pueden precipitar o enlentecer una situación y, como consecuencia, *modificar* una decisión que se debe saber gestionar.

### **Aspectos éticos relacionados con RTP**

Los equipos médicos son empleados del club y deben cumplir con los requisitos y necesidades de este, pero también están obligados a cumplir con sus obligaciones y actuar en interés del jugador. Estos intereses a veces no son exactamente los mismos. Esto significa garantizar el bienestar tanto a corto como a largo plazo del jugador en un entorno en el que existe una presión constante de todas las partes para garantizar que los jugadores más importantes estén siempre disponibles y en el menor tiempo posible.

Esto puede generar un conflicto de intereses cuando el equipo médico se involucra emocionalmente y tiene el mismo deseo de ganar títulos, lo que puede llegar a ser perjudicial para la salud a largo plazo de los jugadores por el deseo de ellos de regresar prematuramente a la competición. Así lo afirman Danna et al. (2014) en “Therapeutic approaches to skeletal muscle repair and healing”, Matheson et al. (2011) en “Return-to-play decisions: are they the team physician’s responsibility?”, Tol et al. (2014) en “At return to play following hamstring injury the majority of professional football players have residual isokinetic deficits” y Hamilton et al. (2010) en “Return-to-play in sport: a decision-based model”.

Los equipos médicos deben encontrar el mejor equilibrio y una forma de garantizar el éxito y la salud dentro de la estructura del equipo.

La autonomía del jugador como paciente le da los derechos sobre su cuerpo y es su decisión cuándo jugar, incluso si el jugador todavía está lesionado, lo que puede crear esta situación de conflicto. La autonomía debe estar vinculada al consentimiento informado y garantizar que los jugadores también sean parte de la discusión cuando decidan si están listos para jugar.

Sin embargo, los jugadores a menudo toman sus decisiones no solo desde el punto de vista médico, sino también por presión interna y externa, provocada por la importancia de la competición, la oportunidad de mantener un lugar en la alineación inicial, beneficios financieros, partidos que conducen a llamadas internacionales, etcétera. Esto indica que,



independientemente de las consecuencias, los equipos médicos siempre deben actuar en interés del jugador utilizando su experiencia y conocimiento para tomar la mejor decisión médica. Así lo sostienen Danna et al., 2014; Matheson et al., 2011; Tol et al., 2014; y Creighton et al., 2010.

Otro de los problemas éticos clave en términos de RTP es la confidencialidad. Es importante que los detalles de las condiciones médicas de los jugadores sean conocidos solo por quienes necesitan la información (como el equipo técnico) y se respete el permiso del jugador. Dada la popularidad del fútbol, siempre habrá una discusión sobre la relación con los medios y los aficionados, pero es importante que las necesidades y los derechos del jugador sean respetados y que estén en primer lugar (Danna et al., 2014; Matheson et al., 2011; Tol et al., 2014; y Creighton et al., 2010).

**Tabla 1. Return to play: modelo de decisión**

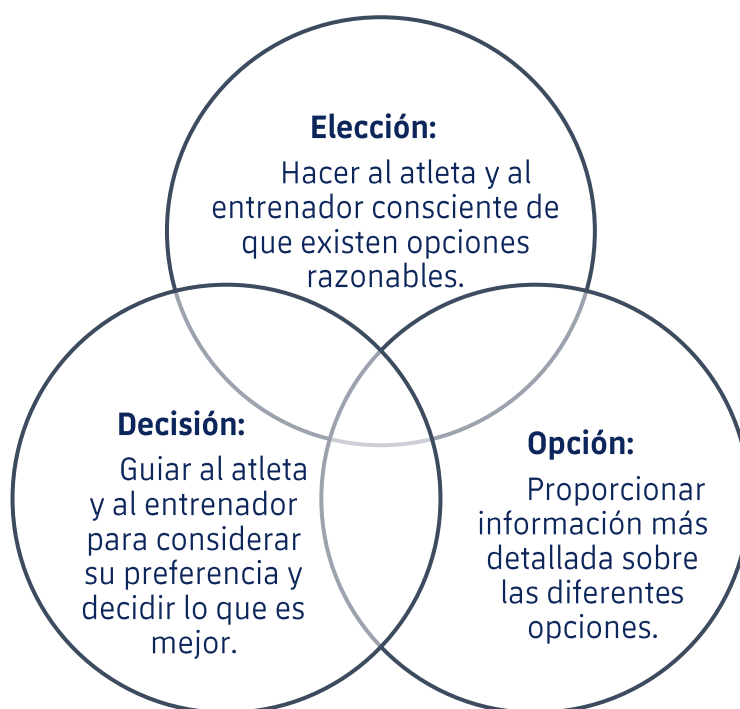
<b>RETURN TO PLAY: MODELO DE DECISIÓN</b>		
<b>EVALUACIÓN DE RIESGOS</b>		<b>PASO 3</b>
<b>PASO 1</b>	<b>PASO 2</b>	
<b>EVALUACIÓN DEL ESTADO DE SALUD</b>	<b>EVALUACIÓN DEL RIESGO DE PARTICIPACIÓN</b>	<b>MODIFICADORES DE LA DECISIÓN</b>
<b>FACTORES MÉDICOS</b>	<b>FACTORES DE RIESGO PROPIOS DEL DEPORTE</b>	
Datos demográficos del paciente (sexo, edad)	Tipo de deporte	Momento de la temporada
Síntomas (dolor)	Posición de juego	Presión del atleta para competir
Antecedentes personales (lesiones recurrentes)	Lateralidad (dominancia)	Presión externa
Signos (edema, debilidad)	Nivel competitivo	Uso de analgesia para enmascarar la lesión
Exámenes complementarios (Laboratorio, MRI, Rayos X)	Protecciones utilizadas	Conflictos de interés
Tests funcionales		Miedo al litigio
Estado psicológico		
Severidad de la lesión		



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Creighton, D. W., Shrier, I., Shultz, R., Meeuwisse, W. H., y Gordon, O. M. (2010). Return-to-play in sport: a decision-based model. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 20(5), 379–385.

Es importante agregar que la decisión de la vuelta a la competición debe ser un proceso compartido, para este fin existe el proceso de toma de decisión compartida (SMD: Shared decision-making) en donde encontramos 3 etapas claves. Estas se detallan en la figura que sigue.

**Figura 1. Shared decision-making**



Fuente: Dijkstra, H. P., Pollock, N., Chakraverty, R., y Ardern, C. L. (2016). Return to play in elite sport: a shared decision-making process. *British Journal of Sports Medicine*, 51(5), 419–420. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096209>

Finalmente, conocer si nuestro deportista está psicológicamente listo para volver a la competición, nos puede ayudar a tomar la mejor decisión para él. La cercanía durante el proceso de readaptación y rehabilitación nos permitirá evaluar subjetivamente y mediante diferentes recursos el estado psicológico de nuestro atleta; además, de ser posible, se debe contar con más inputs como el de su familia, amigos, entrenadores y el resto del equipo médico.

Un atleta que está listo para volver a competir cumple las siguientes características básicas:

**Figura 2. Características básicas de un atleta listo para volver a competir**



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Forsdyke, D., Gledhill, A., y Ardern, C. (2017) Psychological readiness to return to sport: three key elements to help the practitioner decide whether the athlete is REALLY ready? *British Journal of Sports Medicine*, 51(7), 555 – 556.

### **Convocatorias de selecciones: interferencias**

Los jugadores que representan a sus países a nivel internacional pueden estar expuestos a dos equipos médicos diferentes que pueden tener diferentes formas de trabajar. Esto significa que el nivel de las atenciones médicas puede no coincidir. A menudo, los jugadores internacionales deben permanecer con su equipo internacional durante 10 días (excluyendo los torneos internacionales como la Copa Mundial, los campeonatos europeos, la Copa América, AFCON -Copa Africana de Naciones-). Esto puede significar que las federaciones internacionales estén más dispuestas a presionar a los jugadores para que vuelvan a jugar asegurándose de que el equipo nacional obtenga beneficio y contemple la lesión o el retroceso de su recuperación, como un problema del club. Es importante que los equipos nacionales administren a los jugadores adecuadamente, tanto en términos de cargas de entrenamiento como de manejo de lesiones. Deben estar continuamente en contacto con el personal del club e informar sobre las incidencias, independientemente de que sean menores o mayores, y sus riesgos para garantizar que administren a cada individuo de acuerdo con sus requisitos.

Al igual que con otros aspectos del fútbol, el concepto y los principios del RTP continuarán evolucionando. La investigación y el intercambio de información desempeñarán en el futuro un papel clave en el desarrollo del conocimiento del RTP en todos los niveles del fútbol. El concepto de *big data* ayudará en el futuro, porque los médicos podrán compartir la experiencia médica de diferentes entornos y países y utilizarla para mejorar el conocimiento.

### **Conclusiones**

- El proceso de toma de decisiones del RTP debe entenderse como dinámico, centrándose en evitar nuevas lesiones y no en predecir el tiempo exacto de RTP.
- La tecnología en el campo puede ser muy útil, ya que puede personalizar el proceso de toma de decisiones, y lo hará aún más en el futuro cercano, pero la experiencia clínica valiosa y el conocimiento del entorno del fútbol también son importantes.

- Las decisiones en términos de RTP deben ser éticas y proteger los derechos y el bienestar del jugador involucrado.
- Es importante considerar posibles nuevas reglas en el deporte que podrían influir en el proceso de toma de decisiones del RTP, de la misma manera en que se consideran los factores modificadores especiales.



## Unidad 4.2 Estrategias en la planificación de los viajes del equipo

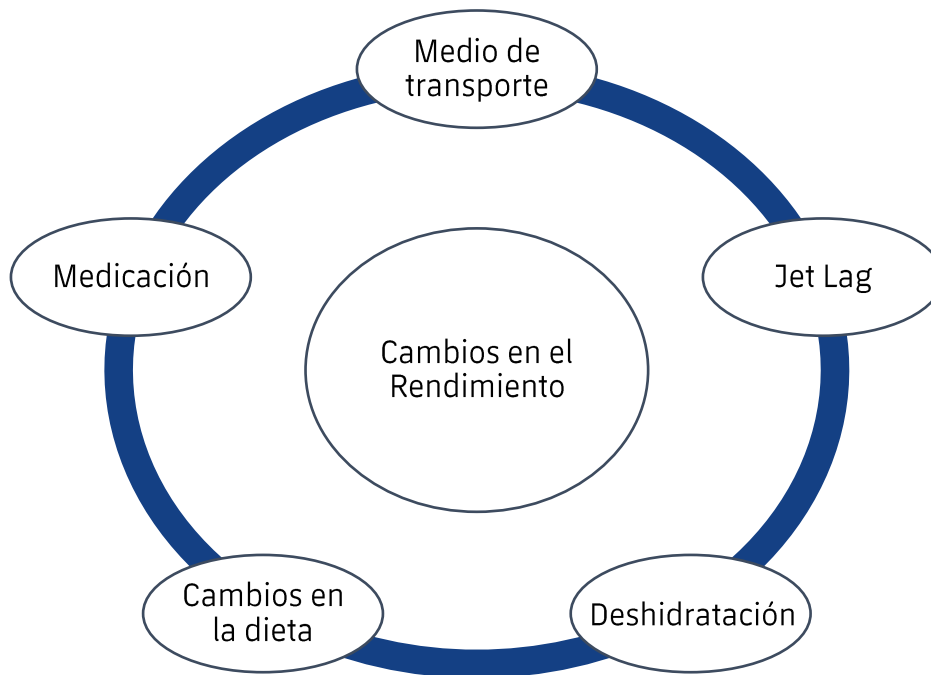
Ramón Olive, Hospital de Terrassa-CAR de Sant Cugat, Universitat Internacional de Catalunya, Universitat Ramon Llul.

El médico del 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.

Los desencadenantes de estos cambios en el rendimiento del deportista tras un largo desplazamiento tienen un doble origen. Por una parte, los que genera el propio medio de transporte, en este caso el avión, donde las condiciones de hipoxia en la cabina, la posibilidad de transmisión de enfermedades infecciosas, el miedo y/o la ansiedad que despierta en alguno de los componentes del equipo, junto con la posible aparición de episodios tromboembólicos (TEV), son sucesos que deben tenerse bien controlados para mitigar sus efectos en la medida de lo posible. El otro punto que debemos tomar en consideración 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, que tienen gran implicancia en el rendimiento deportivo.



**Figura 3. Factores de cambio en el rendimiento de un deportista tras un largo viaje**



Fuente: Elaboración propia

Dada la limitación de espacio de texto que tenemos, nos vamos a centrar en dos aspectos primordiales:

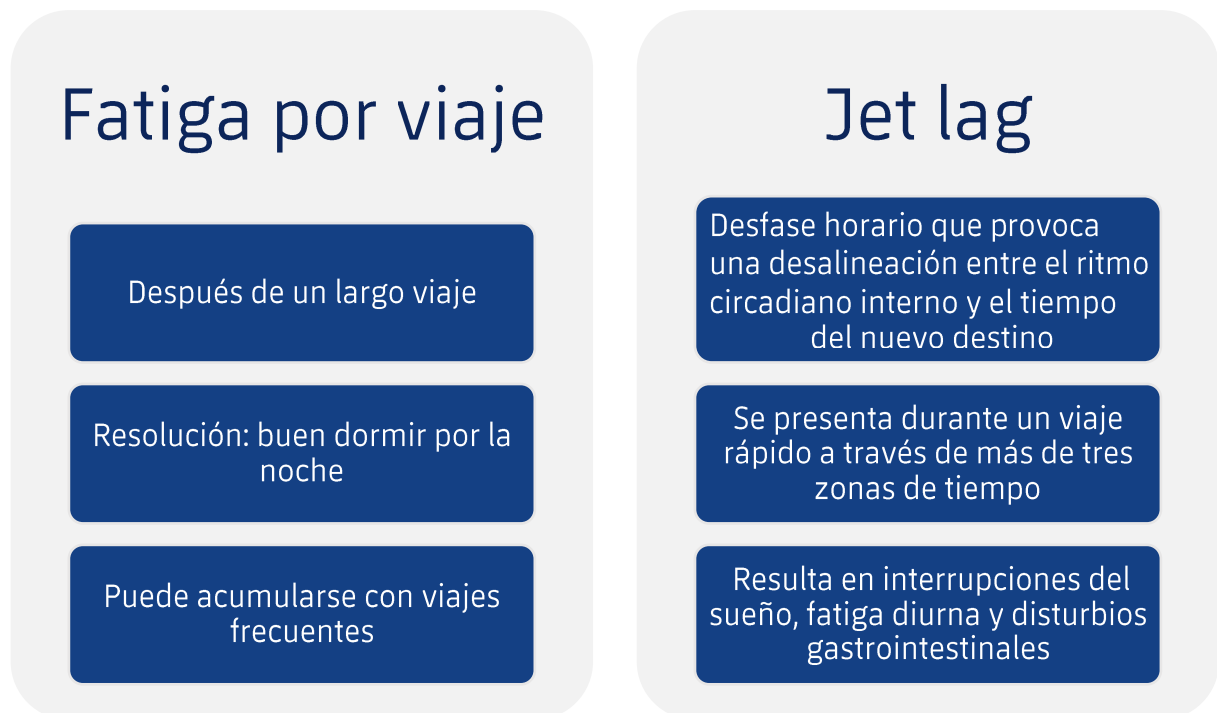
- Los cambios fisiológicos que se ocasionan con el jet lag
- Las medidas preventivas de los episodios tromboembólicos por viajes de largo recorrido que suelen describirse de forma coloquial como “síndrome de la clase turista”.

### **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 husos 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 de la sede de determinados equipos. Ello ocasiona alteraciones de los ritmos internos del organismo de nuestros deportistas que en ocasiones repercutirá en su capacidad de rendimiento físico y mental.

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, y Atjinson, 1997).

Figura 4. Fatiga por viaje y Jet Lag



Fuente: Janse van Rensburg, D. C., Fowler, P., Y Racinais, S. (2020). Practical tips to manage travel fatigue and jet lag in athletes. *British Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103163>

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 son:

- Dificultad para conciliar y mantener el sueño (60-70 %)
- Falta de concentración
- Irritabilidad
- Fatiga
- Desorientación tiempo-espacio-distancia
- Mareos
- Pérdida del apetito
- Falta de motivación
- Trastornos gastrointestinales

La mayor preponderancia de cada uno de estos síntomas dependerá de la susceptibilidad 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 et al., 2003).

Aparte de estos síntomas orgánicos, también hay una repercusión sobre el rendimiento deportivo, ya sea en la rentabilidad 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 et al. 2005).

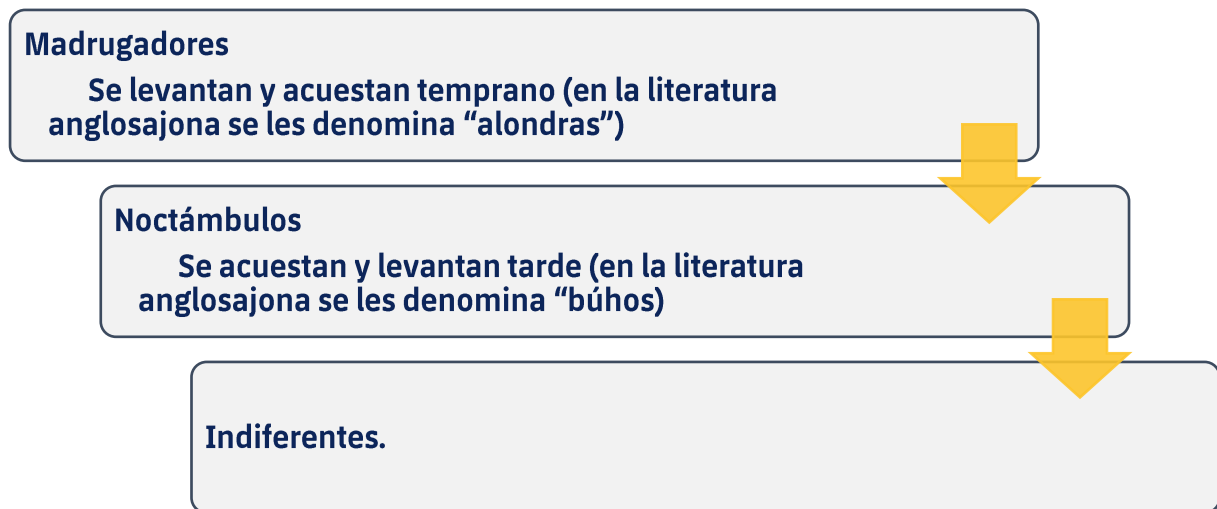
Otro aspecto que se suma a la desincronización del reloj interno es el cansancio que produce el propio viaje por distintos factores: las condiciones del habitáculo en el que se realiza el vuelo (asiento con espacio reducido o síndrome del turista, inmovilidad, agobio en los asientos centrales), condiciones ambientales de la cabina (aire seco que tiende a producir un cierto grado de deshidratación, cierto grado de hipoxia en el aire respirado, temperatura demasiado fría o exceso de calor, etc.), trámites burocráticos en aduana, control del material y del equipaje, etc. (Gorostiaga Ayestarán, y Olivé Vilás, 2007).

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 y Olivé Vilás, 2007).

La Cronobiología divide a la población en tres grandes grupos de personalidades horarias o cronotipos:



**Figura 5. Grupos de personalidades horarias**



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

Entre los dos primeros grupos o cronotipos existe una diferencia de aproximadamente 65 minutos en la presentación del pico del ritmo de temperatura corporal. Los madrugadores segregan una mayor cantidad de adrenalina por la 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 tienen 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 su estímulo debe ser duradero. (Gorostiaga Ayestarán y Olivé Vilás, 2007)

Otro factor sería la ingesta de determinado grupo de alimentos:

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. Según su duración:

**Figura 6. Ritmos biológicos**

<b>Circadianos</b>	<b>Infradianos</b>	<b>Ultradianos</b>
20 - 28 horas	<20 horas	>28 horas

Fuente: Elaboración propia

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 y Waterhouse, 1981).

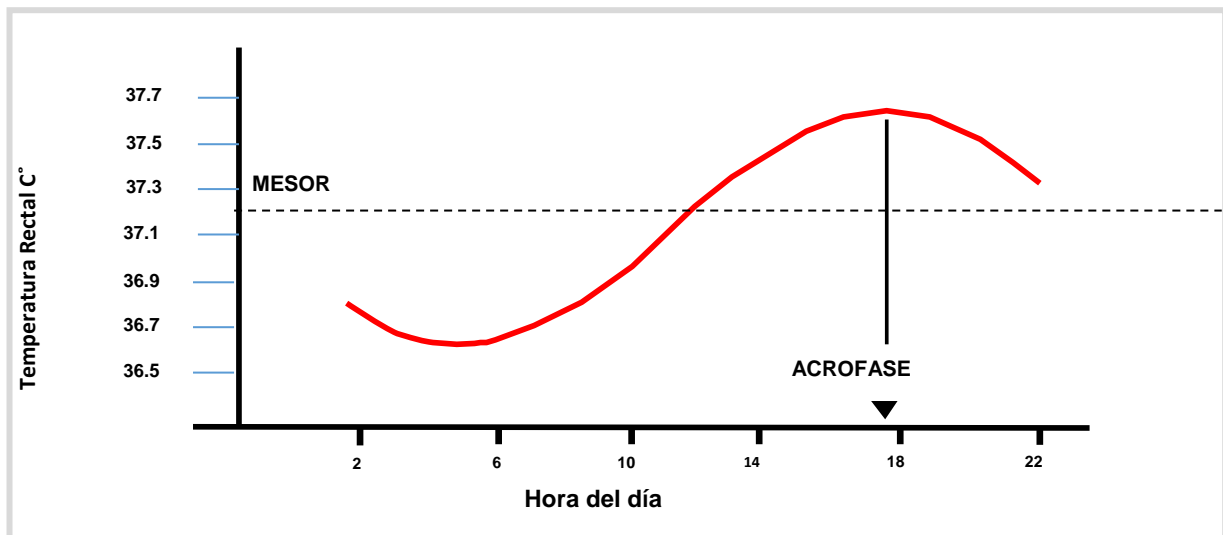
¿Dónde localizamos el reloj endógeno del hombre?

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 y 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.

Vamos a ver cómo se comportan diferentes ritmos circadianos de nuestro organismo:

## Temperatura central

**Figura 7. Ritmo circadiano de la temperatura rectal con los términos utilizados para describir los ritmos biológicos**



Fuente: 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 7). Parece que estos cambios están relacionados con variaciones en la secreción diaria de noradrenalina.

Los factores que tienen una mayor influencia sobre el ritmo de la temperatura del cuerpo 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 y 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
- 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 y 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. Así lo sostienen Callard et al. (2001) en "Nycthemeral variations in core temperature and heart rate: continuous cycling exercise versus continuous rest", y Deschenes et al. (1998) en "Biorhythmic influences on functional capacity of human muscle and physiological responses"

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 (4 horas de la tarde) (Robertson et al. 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 este, 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 horas de la noche, y seguidamente decae hasta las 8 horas 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. Barger, Wright, Hughes, y Czeisler, en su artículo “Daily exercise facilitates phase delays of circadian melatonin rhythm in very dim light” (2004), demostraron que el ejercicio físico (45 minutos de ergociclo) practicado en la oscuridad para evitar los efectos de la luz, retrasa la secreción de melatonina.

La mayoría de 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, y para el trabajo de grupo y la cohesión del este (Atkinson et al., 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. Entre ellos podemos destacar: el pico de fuerza máxima de los músculos de la espalda, de las piernas, y de los brazos, la potencia anaeróbica, el salto de longitud y vertical, la capacidad de resistencia (pico máximo a las 6 de la tarde). 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 et al., 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 et al. 1985).

En 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 et al. 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).

Cuando valoramos la memoria reciente y el cálculo mental, se obtienen mayores rendimientos a primera hora de la mañana que por la tarde. Sin embargo, tales aspectos dependen mucho de las características de la tarea a 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 3 a las 9 horas de la tarde.

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 rendimiento 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 et al. 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 et al., 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 et al. 1997).

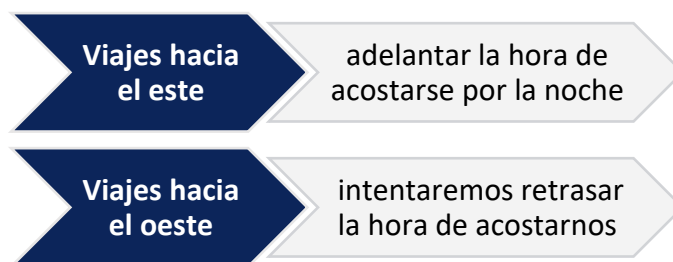
Otros aspectos que pueden influir es el tener una experiencia previa o la estación del año. Así, cuando se viaja en verano, es más fácil la adaptación al cambio de horario.

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 y Monk, 1983).

### **Medidas para reducir los efectos negativos del cambio horario**

- **Antes de la salida**
  - Es importante conocer las condiciones climatológicas y epidemiológicas del lugar de destino.
  - Definir un espacio para consultas médicas y tratamiento de fisioterapia en el lugar de alojamiento.
  - Revisar que todos los miembros de la delegación cumplan con las inmunizaciones necesarias para realizar el desplazamiento.
  - Preparar la bolsa de emergencia y los materiales necesarios para la atención de la delegación durante el viaje.
  - Se debe informar al deportista sobre la posibilidad de aparición de esta sintomatología y en qué forma puede prevenirla.

Estrategias:



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 estiramiento 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**

- Verificar el espacio dedicado para la atención médica y de fisioterapia
- Conocer el número de habitaciones de la delegación
- Es clave que tanto el staff como jugadores conozcan la habitación del cuerpo médico en caso de emergencia

“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 estrictamente los consejos, en líneas generales, se tarda aproximadamente 1 día en adaptarse por cada huso horario que hayamos traspasado. Así, por ejemplo, si respecto al lugar de origen en el destino 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 presenta el deportista, que a lo mejor no coincide con la hora teórica de la competición.

Durante esta fase de adaptación se promoverá en la dieta la ingesta abundante de hidratos de carbono en la cena, evitando el consumo 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.

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 de 2 horas). (Gorostiaga Ayestarán y Olivé Vilás, 2007, p. 65).

### **¿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, existen otros métodos que vamos a exponer (Gorostiaga Ayestarán y Olivé Vilás, 2007).

#### **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., 1995).

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**

De acuerdo a Gorostiaga Ayestarán y Olivé Vilás (2007), las sustancias más utilizadas para promover la vigilia son:

- las anfetaminas
- la promolina
- el modafinil
- 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 sueño (sueño reparador), con lo que puede empeorar la adaptación al cambio horario”. (Gorostiaga Ayestarán y Olivé Vilás, 2007, p. 66)

### **Cronobióticos**

Son fármacos que parece 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.

Las benzodiacepinas actúan sobre los receptores GABA del Sistema Nervioso Central favoreciendo el sueño. Ello ha permitido sospechar a algunos autores que podrían tener efectos sobre el reloj biológico y 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). Además tienen efectos secundarios, como disminuir el estado de vigilia y el rendimiento psicomotor, que no son buenos para el deportista.

La melatonina es una sustancia que 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 otros 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. Por último, no presenta tantos efectos secundarios sobre el estado de forma a la mañana siguiente como las benzodiazepinas, aunque suele acompañarse de una sensación de fatiga. (Gorostiaga Ayestarán y Olivé Vilás, 2007, p. 66)

Hay diferentes estudios científicos - como "Melatonin and jet lag: confirmatory result using a simplified protocol" (1992) de Claustrat et al., y "Evaluation of pharmacological aids on physical performance after a transmeridian flight" (2001) de Lagarde et al.- 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 su pureza 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), 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 la 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 y 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 frecuente presentan una mayor facilidad para adaptarse a los cambios horarios. Los deportistas también se adaptan mejor cuando se entrenan ya desde el primer día de llegada al lugar de destino.

En el caso del viaje hacia el este (Pekín), lo mejor es entrenarse el primer día por la tarde temprano, en vez de por la mañana, porque parece que si se realiza 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 trombolismo en los vuelos aéreos de larga distancia**

Los episodios tromboembólicos (TEV) tienen una relación directa con la duración del vuelo (de más de 8 horas) (Chandra et al., 2009).

El riesgo de sufrir una embolia pulmonar (EP) el día del aterrizaje tras un vuelo de larga duración se calcula entre  $0.5-1 \times 10^6$  y aumenta a  $27-1 \times 10^6$  de sufrir un accidente tromboembólico (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 tromboembólico 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 et al. 2008).

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

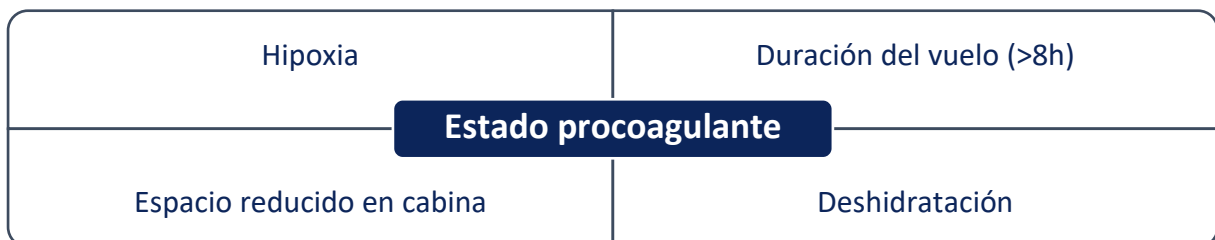
- 1) La duración de los vuelos prolongados de viaje (más de 6 h): el riesgo se incrementa en 2,3 veces en comparación con vuelos más cortos (Chandra et al. 2009).
- 2) Edad mayor de 40 años (45 % de 126 casos de TVP) (Philbrick et al., 2007).
- 3) Sexo femenino (tres veces superior al hombre) (Lapostolle 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 con índice de masa corporal (IMC) > 30 (Philbrick et al. 2007).
- 7) Trombofilia genética (Philbrick et al. 2007).
- 8) Elevados niveles de factores de coagulación II y VIII (Kuipers et al. 2009).
- 9) Otros factores de riesgo, por ejemplo, estatura alta, baja estatura, etcétera.

## Etiología

**Figura 8. Estado procoagulante**



Fuente: Elaboración propia.

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 y 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 % en 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 turista 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.
  - 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
  - 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, 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 %. Así lo sostienen Brenner en "Prophylaxis of travel-related thrombosis in women" (2009) y Cesarone et al. en "Venous thrombosis from air travel: the LONFLIT3 study—prevention with aspirin vs low-molecular-weight heparin (LMWH) in high-risk subjects: a randomized trial" (2002).

- **Mejoras de las condiciones ambientales en la cabina del avión:**

- 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.

- **Horarios de vuelo:**



Si existe la posibilidad de elegir los horarios en los que se realizará el desplazamiento, se recomienda:

- Si el viaje es hacia el **este**: elegir una hora de llegada al destino durante horas de la tarde, esto permite al atleta tener una noche completa de descanso en el tiempo local.
- Si el viaje es hacia el **oeste**: es preferible viajar durante el día y sincronizar tiempos con el lugar de destino inmediatamente al aterrizar.

## PLAN DE EMERGENCIA

Adicional a todas las medidas a considerar durante un viaje como médico de equipo antes expuestas, es imprescindible contar con un plan de emergencias, que incluye el conocimiento y reconocimiento de ciertos datos importantes del lugar de destino, así como la asignación de roles en caso de emergencia.

### Esenciales en el plan de emergencia:

- Contactos de todo el staff técnico y médico
- Dirección y contacto de todos los escenarios deportivos y lugares de alojamiento
- Distancia y métodos de transporte desde los escenarios deportivos y alojamiento hacia la sala de emergencia más cercana o de referencia
- Reconocer los accesos de los servicios de emergencia a los escenarios deportivos
- Todos los miembros del staff médico deben estar entrenados en soporte vital básico y realizar prácticas frecuentemente
- Definir roles en caso de emergencia
  - Quién liderará el equipo en caso de emergencia
  - Quién se encargará de llamar a la ambulancia
  - Dónde está localizado el botiquín de emergencia y desfibrilador
  - Cuál es el hospital de referencia

## CHECKLIST PARA VIAJAR

En la siguiente tabla, resumimos una lista de consideraciones a tener en mente antes de iniciar y planificar un viaje.



**Tabla 2. Consideraciones antes de iniciar y planificar un viaje**

**Confirmar las características únicas y los desafíos del destino:**

- Necesidades de vacunación
- Riesgos de infestaciones de insectos (Ej.: virus del zika, malaria)
- Características ambientales (altitud, calor, humedad, frío)
- Arreglos de catering
- Suministro de alimentos y costumbres alimentarias locales
- Estándares de higiene y seguridad de los alimentos y el agua
- Regulaciones de cuarentena y estado epidemiológico (Ej.: Covid - 19)

**Conocer las necesidades especiales de los atletas, entrenadores y personal de apoyo:**

- Afecciones médicas
- Intolerancias alimentarias (por ejemplo, celíacos)
- Alergias (necesidad de epipen y notificación de alérgenos en los arreglos de comidas)
- Requisitos especiales de comida (por ejemplo, menús vegetarianos). Organizar catering (aerolíneas, hoteles) con mucha antelación

**Tenga en cuenta las necesidades nutricionales durante los itinerarios de viaje:**

- Considere los modos de transporte, los descansos programados, los cambios de husos horarios, los vuelos cancelados
- Integrar un plan de comidas provistas, comidas autoresponsables, refrigerios y líquidos

**Considerar la cultura alimentaria y la disponibilidad en el destino:**

- Alimentos básicos y fuentes de nutrientes clave (por ejemplo, proteínas y carbohidratos, frutas, verduras)
- Necesidades alimentarias especiales (por ejemplo, sin gluten)
- Estilos de cocción (adición de grasa o especias)
- Problemas de idioma (proporcione la lista de traducción de los elementos comunes)
- Considere el riesgo de sustancias/contaminantes prohibidos en alimentos y productos manufacturados (por ejemplo, clenbuterol en carnes)



### Identifique los estilos de catering en el destino del viaje:

Tenga en cuenta el estilo de alojamiento y servicio de comidas (por ejemplo, habitaciones compartidas, nevera en la habitación, apartamentos, residencias universitarias, hoteles o restaurantes externos, comidas buffet o a la carta, comedores especializados -por ejemplo, la villa olímpica-)  
Identificar la disponibilidad de alimentos en los lugares de entrenamiento y competencia

Anote el horario del servicio de comidas y la disponibilidad de alimentos, incluido el acceso

Planificación de plan de acción en horas de capacitación extendidas u otros compromisos (por ejemplo, pruebas de drogas posteriores al evento)

Localizar supermercados y tiendas de alimentos frescos para complementar los abastecimientos

Lleve suministros de alimentos adicionales (alimentos clave o artículos faltantes) con el equipo si es posible / práctico

Comparta planes y desafíos alimentarios con el equipo si es posible antes de la salida

### Establecer protocolos de equipo/grupo en torno a la higiene y el comportamiento alimentario:

Uso de desinfectantes para manos

Comportamiento en torno a la comida de autoservicio o áreas de refrigerios (por ejemplo, licuadoras, woks, utensilios de cocina)

Política sobre comida en las habitaciones

Consumo de alcohol

Protocolos de limpieza para botellas de bebidas

### Realice un reconocimiento a la llegada para finalizar el plan:

Realice una inspección visual de las áreas de restauración de acuerdo con el riesgo percibido (cocinas, servidores de alimentos y áreas de limpieza, almacenamiento y manipulación de alimentos, certificados de seguridad alimentaria, incluida la autenticidad de los productos)

Actualizar el plan de higiene del equipo si es necesario

*Fuente:* Elaboración propia sobre la base de Halson, S. L., Burke, L. M., y Pearce, J. (2019). Nutrition for Travel: From Jet lag To Catering. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(2), 228-235.



## Referencias

- Askling, C., Saartok, T., y Thorstensson, A.** (2006). Type of acute hamstring strain affects flexibility, strength, and time to return to pre-injury level. *British Journal of Sports Medicine*, 40 (1), 40–44.
- Atkinson, G., Buckley, P., Edwards, B., Reilly, T., y 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), 232-234.
- Atkinson, G., Todd, C., Reilly, T., y Waterhouse, J.** (2005). Diurnal variation in cycling performance: influence of warm-up. *Journal of Sports Sciences*, 23(3), 321-329.
- Baehr, E. K., Revelle, W., y 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.
- Barger, L. K., Wright Jr., K. P., Hughes, R. J., y Czeisler C. A.** (2004). Daily exercise facilitates phase delays of circadian melatonin rhythm in very dim light. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 286, R1077-R1084.
- Boulos, Z., Campbell, S. S., Lewy, A. J., Terman, M., Dijk, D. J., y Eastman, C. I.** (1995). Light treatment for sleep disorders: consensus report. VII. Jet lag. *Journal of Biological Rhythms*, 10(2), 167-176.
- Brenner, B.** (2009). Prophylaxis of travel-related thrombosis in women. *Thrombosis Research*, 123(Suppl. 3), S26-S29.
- Callard, D., Davenne, D., Lagarde, D., Meney, I., Gentil, C., y 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 Sanctis, M. T., Geroulakos, G., Lennox, A., Myers, K. A., Moia, M., Ippolito, E., y 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), 1-6.
- Chandra, D., Parisini, E., y Mozaffarian, D.** (2009). Meta-analysis: travel and risk for venous thromboembolism. *Annals of Internal Medicine*, 151 (3), 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.



- Creighton, D. W., Shrier, I., Shultz, R., Meeuwisse, W. H., y Gordon, O. M.** (2010). Return-to-play in sport: a decision-based model. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 20(5), 379–385.
- Danna, N. R., Beutel, B. G., Campbell, K. A., y Bosco, J. A.** (2014). Therapeutic approaches to skeletal muscle repair and healing. *Sport Health*, 6(4), 348–355.
- Daurat, A., Benoit, O., y Buguet, A.** (2000). Effects of zopiclone on the rest/activity rhythm after a westward flight across five time zones. *Psychopharmacology*, 149(3), 241–245.
- Delvaux, F., Rochcongar, P., Bruyère, O., Bourlet, G., Daniel, C., Diverse, P., Reginster, J. Y., Croisier, J. L.** (2014). Return-To-Play Criteria after Hamstring Injury: Actual Medicine Practice in Professional Soccer Teams. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(3), 721–723.
- Deschenes, M. R., Kraemer, W. J., Bush, J. A., Doughty, T. A., Kim, D., Mullen, K. M., y Ramsey, K.** (1998). Biorhythmic influences on functional capacity of human muscle and physiological responses. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(9), 1399–1407.
- Dijkstra, H. P., Pollock, N., Chakraverty, R., y Ardern, C. L.** (2016). Return to play in elite sport: a shared decision-making process. *British Journal of Sports Medicine*, 51(5), 419–420. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096209>
- Drust, B., Waterhouse, J., Atkinson, G., Edwards, B., y Reilly, T.** (2005). Circadian rhythms in sports performance—an update. *Chronobiology International*, 22(1), 21–44.
- Edwards, B. J., Lindsay, K., y 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., y 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.
- Forsdyke, D., Gledhill, A., y Ardern, C.** (2016). Psychological readiness to return to sport: three key elements to help the practitioner decide whether the athlete is REALLY ready? *British Journal of Sports Medicine*, 51(7), 555–556. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096770>
- Garrett, W. E. Jr.** (1996). Muscle strain injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(6 Suppl.), S2–S8.
- Geerts, W. H., Bergqvist, D., Pineo, G. F., Heit, J. A., Samama, C. M., Lassen, M.R., y Colwell, C. W.** (2008). Prevention of venous thromboembolism: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines (8.<sup>a</sup> Ed.). *Chest Journal*, 133(Suppl. 6), 381S–453S.



**Gorostiaga Ayestarán, E., y Olivé Vilás, R.** (2007). *Adaptaciones al clima y al horario de Pekín'08*. Comité Olímpico Español. <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., y 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.

**Hallén, A., y Ekstrand, J.** (2014). Return to play following muscle injuries in professional footballers. *Journal of Sports Sciences*, 32(13), 1229-1236.

**Halson, S. L., Burke, L. M., y Pearce, J.** (2019). Nutrition for Travel: From Jet lag To Catering. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(2), 228-235.

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

**Heiderscheit, B. C., Sherry, M. A., Silder, A., Chumanov, E. S., y Thelen, D. G.** (2010). Hamstring strain injuries: recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(2), 67-81.

**Herxheimer, A., y Petrie, K. J.** (2002). Melatonin for the prevention and treatment of jet lag. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2): CD001520. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001520>

**Hughes, R. J., Hopkins, R. J., Hill, S., Weatherall, M., Van de Water, N., Nowitz, M., Milne, D., Ayling, J. y Beasley, R.** (2003). Frequency of venous thromboembolism in low to moderate risk long distance air travellers: the New Zealand Air Traveller's Thrombosis (NZATT) study. *Lancet*, 362(9401), 2039-2044.

**Janse van Rensburg, D. C., Fowler, P., Y Racinais, S.** (2020). Practical tips to manage travel fatigue and jet lag in athletes. *British Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103163>

**Järvinen, T. A., Kääriäinen, M., Järvinen, M., y Kalimo, H.** (2000). Muscle strain injuries. *Current Opinion in Rheumatology*, 12(2), 155-161.

**Kuipers, S., Cannegieter, S. C., Doggen, C. J. M., y 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., Surget, V., Borron, S. W., Desmaizières, M., Sordelet, D., Lapandry, C., Cupa, M., y Adnet, F.** (2001). Severe pulmonary embolism associated with air travel. *The New England Journal of Medicine*, 345, 779-783.

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

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

**Matheson, G. O., Shultz, R., Bido, J., Mitten, M. J., Meeuwisse, W. H., y Shrier, I.** (2011). Return-to-play decisions: are they the team physician's responsibility? *Clinical Journal of Sport Medicine*, 21(1), 25-30.

**McCall, A., Lewin, C., O'Driscoll, G., Witvrouw, E., y Ardern, C.** (2016). Return to play: the challenge of balancing research and practice. *British Journal of Sports Medicine*, 51(9), 702-703. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096752>

**Miller, M. D., Arciero, R. A., Cooper, D. E., Johnson, D. L., y Best, T. M.** (2009). Doc, when can he go back in the game? *Instructional Course Lectures*, 58, 437-443.

**Minors, D. S., y Waterhouse, J. M.** (1981). *Circadian Rhythms and the Human*. Wright PSG.

**Mohr, L. C.** (2008). Hypoxia during air travel in adults with pulmonary disease. *The American Journal of the Medical Sciences*, 335(1), 71-79.

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

**Müller, U., Krüger-Franke, M., Schmidt, M., y Rosemeyer, B.** (2014). Predictive parameters to return to pre-injury level of sport 6 months following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(12), 3623-3631.

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

**Orchard, J., Best, T. M., y Verrall, G. M.** (2005). Return to play following muscle strains. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 15(6), 436-441.

**Philbrick, J. T., Shumate, R., Siadat, M. S., y 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., y Brooks, G. A.** (1986). Exercise and the circadian variation in body temperature measures. *International Journal of Sports Medicine*, 7(6), 358-362.

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

**Reilly, T., y Waterhouse, J.** (2005). *Sport, exercise and environmental physiology*. Elsevier.

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

**Silder, A., Heiderscheit, B. C., Thelen, D. G., Enright, T., y Tuite, M. J.**(2008). MRI observations of long-term musculotendon remodeling following a hamstring strain injury. *Skeletal Radiology*, 37(12), 1101-1109.

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

**Tol, J. L., Hamilton, B., Eirale, C., Muxart, P., Jacobsen, P., y Whiteley, R.** (2014). At return to play following hamstring injury the majority of professional football players have residual isokinetic deficits. *British Journal of Sports Medicine*, 48(18), 1364-1369.

**Van Someren, E. J., Lijzenga, C., Mirmiran, M., y 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.

**Voleti, P. B., Buckley, M. R., y Soslowsky, L. J.** (2012). Tendon healing: repair and regeneration. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 14, 47-71.

**Waterhouse, J., Reilly, T., y Atkinson, G.** (1997). Jet lag. *Lancet*, 350 (9091), 1611-1616.

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

**Winget, C. M., De Roshia, C. M., y 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., y Hossmann, V.** (1967). 24-hour rhythm of human blood pressure. *German medical monthly*, 12(11), 513-518.

