



## EFECTOS DEL EJERCICIO EN LA FUNCIÓN INMUNITARIA

**Michael Gleeson, PhD, FBASES, FECSS** | Escuela de Ciencias del Deporte, Ejercicio y Salud | Universidad de Loughborough | Reino Unido

### PUNTOS CLAVE

- El ejercicio moderado de forma regular reduce el riesgo de infección comparado con un estilo de vida sedentario, pero series muy prolongadas de ejercicio y periodos de entrenamiento o competencia intensos están asociados con un incremento del riesgo de infección. En los atletas, una observación común es que los síntomas de enfermedades respiratorias se presentan cerca de las competencias y pueden afectar el rendimiento en el ejercicio.
- Se ha demostrado que las series prolongadas de ejercicio extenuante resultan en una depresión transitoria de la función de las células blancas y se sugiere que dichos cambios pueden crear una “ventana abierta” de reducción de protección del huésped, durante la cual, los virus y bacterias pueden ganar una zona de incubación, incrementando el riesgo de desarrollar una infección. Otros factores tales como el estrés psicológico, la falta de sueño y desnutrición también pueden deprimir la inmunidad y llevar a un incremento del riesgo de infecciones.
- Los periodos de entrenamiento intenso con una recuperación insuficiente puede resultar en un estado temporal de inmunodepresión que debería recuperarse con unos cuantos días de descanso relativo.
- Existen diversas estrategias de comportamiento, nutricional y entrenamiento que pueden adoptarse para limitar la inmunodepresión inducida por el ejercicio y minimizar el riesgo de infección. Los atletas pueden limitar su riesgo de infección al evitar contacto cercano con personas que presentan síntomas de infección, al realizar buena higiene de manos, boca y alimentos, y al evitar compartir objetos personales como toallas y botellas para beber.
- Para el mantenimiento de una inmunidad resistente, es importante tener una adecuada recuperación y sueño, así como evitar deficiencias de proteína y micronutrientes (particularmente hierro, zinc y vitaminas A, D, E, B6 y B12).
- Se recomienda que los atletas consuman carbohidratos (30-60 g [1-2 oz] por hora) durante sesiones de entrenamiento prolongadas, y consumir – todos los días – suplementos o productos alimenticios que contengan polifenoles de las plantas (flavonoides) y probióticos de lactobacilos. La suplementación con Vitamina D<sub>3</sub> puede ser conveniente para algunos atletas ya que la deficiencia de vitamina D es común en los meses de invierno.

### INTRODUCCIÓN

La cantidad de actividad física que realiza una persona influencia su riesgo de infección, principalmente afectando la función inmune. Se sabe que el ejercicio moderado de forma regular reduce el riesgo de infección comparado con un estilo de vida sedentario (Matthews et al., 2002; Nieman et al., 2011). Sin embargo, series muy prolongadas de ejercicio y periodos de entrenamiento intenso están asociados con un incremento en el riesgo de infección. Las series agudas de ejercicio extenuante prolongado pueden causar una depresión temporal de diversos aspectos de la función inmune que normalmente dura hasta 24 horas después del ejercicio (Walsh et al., 2011b). Diversos estudios indican que la incidencia de síntomas de enfermedad de la vía respiratoria superior (SVRS) se incrementa en los días posteriores a eventos de resistencia extenuantes (Gleeson et al., 2013; Walsh et al., 2011b) y se ha asumido que generalmente es reflejo de una depresión temporal de la función inmune inducida por el ejercicio prolongado. Las infecciones pueden suceder después de la exposición a nuevos patógenos, pero también pueden ser causadas por reactivación de algún virus latente. Sin embargo, recientemente se ha propuesto que al menos algunos de los episodios de SVRS en los atletas son atribuibles a inflamación de la vía aérea superior más que a infecciones con patógenos (Spence

et al., 2007). Se ha demostrado que los periodos de entrenamiento intenso que duran una semana o más deprimen crónicamente diversos aspectos de la función inmune (Gleeson et al., 2013) y aunque los atletas elite no están clínicamente con una deficiencia inmune, es posible que los efectos combinados de pequeñas cargas en los diversos factores inmunes puedan comprometer la resistencia a enfermedades comunes menores, particularmente durante periodos de entrenamiento pesado prolongado y en tiempos de las principales competencias.

### EJERCICIO, INMUNIDAD Y ENFERMEDADES EN LOS ATLETAS Causas de enfermedad en atletas

Las enfermedades más comunes en los atletas (y en la población general) son las infecciones virales de la vía respiratoria superior (es decir, el resfriado común y la influenza), que son más comunes en los meses de invierno. Los adultos típicamente experimentan de dos a cuatro episodios de enfermedad respiratoria por año. Los atletas también pueden desarrollar síntomas parecidos (por ej., dolor de garganta) debido a alergia o a inflamación causada por la inhalación de aire frío, seco o contaminado (Bermon, 2007). Estos síntomas generalmente son triviales, pero sin importar si la causa es infecciosa

o inflamación alérgica, pueden condicionar a que el atleta interrumpa su entrenamiento, baje su rendimiento o incluso pierda una gran competencia. Una encuesta reciente de cientos de atletas elite de Gran Bretaña en 30 deportes Olímpicos diferentes reportó que, entre las razones para perder un entrenamiento, en el 33% de los casos fue debido a una infección (comúnmente de la vía respiratoria). El análisis de 126 enfermedades reportadas entre 1,851 atletas que compitieron en los Campeonatos Mundiales de Atletismo de 2011 en Daegu, Corea del Sur, reveló que el 40% de las enfermedades afectaron la vía respiratoria superior con una infección confirmada en el 20% de los casos (Alonso et al., 2012). Otras principales causas de enfermedad fueron asociadas con la deshidratación inducida por el ejercicio (12% de los casos) y gastroenteritis/diarrea (10% de los casos). Estudios similares en atletas que compiten en eventos principales que duran 2-3 semanas indicaron que típicamente ~7% de los atletas registrados sufren un episodio de enfermedad en este periodo (Alonso et al., 2010; Engebretsen et al., 2010, 2013). De manera interesante, todos estos estudios indicaron que la incidencia de enfermedad fue algo mayor en las mujeres atletas comparadas con sus contrapartes varones.

Se ha demostrado que las series prolongadas de ejercicio extenuante pueden resultar en una depresión transitoria de la función de las células blancas (leucocitos) y se sugiere que dichos cambios crean una “ventana abierta” de reducción de la protección del huésped, durante la cual, los virus o bacterias pueden establecerse, incrementando el riesgo de desarrollar una infección (Walsh et al., 2011b). Otros factores como el estrés psicológico, la falta de sueño y nutrición inadecuada (particularmente por deficiencias de proteína y micronutrientes esenciales) también pueden deprimir la inmunidad (Walsh et al., 2011a) y conducir a un riesgo incrementado de infección. También existen algunas situaciones en las cuales la exposición de un atleta a los agentes infecciosos puede estar incrementada, que es la otra determinante importante de riesgo de infección. Durante el ejercicio, la exposición de los pulmones a bacterias y virus transmitidos por el aire se incrementa debido a la mayor frecuencia y profundidad de la respiración. Las alergias e inflamación de las vías aéreas causadas por respirar aire frío, seco o contaminado, son causas alternativas de SVRS que pueden confundirse con infecciones respiratorias en los atletas. Un incremento en la permeabilidad del intestino también puede permitir la entrada de endotoxinas bacterianas del intestino hacia la circulación, particularmente durante el ejercicio prolongado en el calor. En los deportes de contacto, las abrasiones en piel pueden incrementar el riesgo de infecciones transdérmicas. En algunos deportes los competidores pueden estar en proximidad cercana a grandes públicos. También pueden estar involucrados los viajes aéreos a países extranjeros. Por lo tanto, la causa del incremento en la incidencia de síntomas de infección en los atletas es multifactorial (Figura 1).

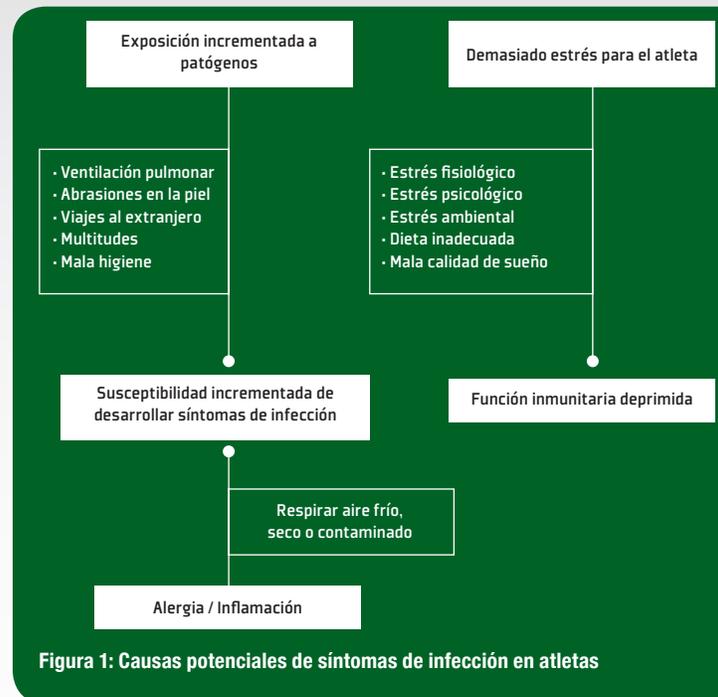
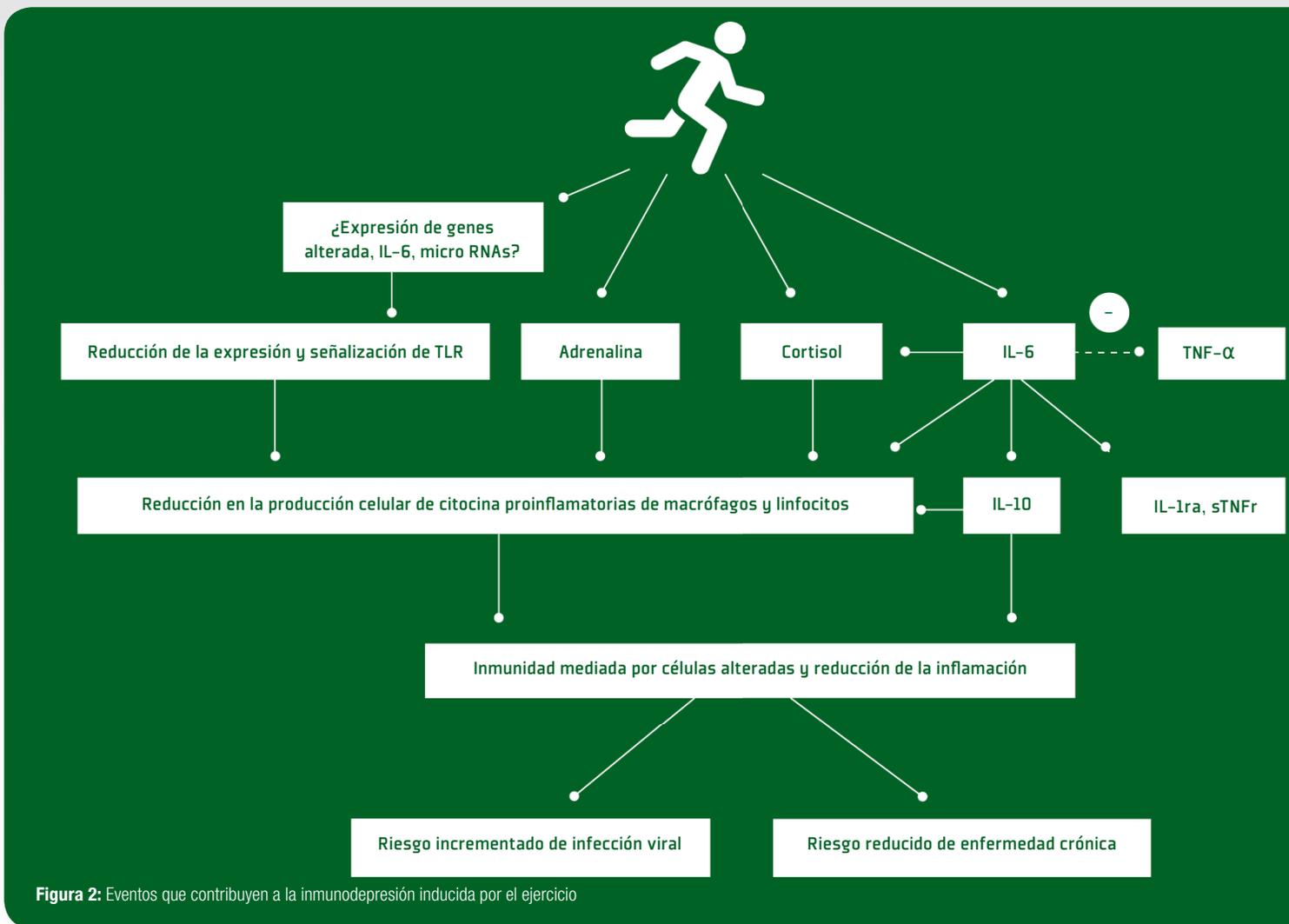


Figura 1: Causas potenciales de síntomas de infección en atletas

### Efectos del ejercicio agudo prolongado en la función inmune

Las series prolongadas de ejercicio extenuante tienen un impacto negativo temporal en la función inmune. La depresión de la función inmune después del ejercicio es más marcada cuando el ejercicio es continuo, prolongado (>1.5 h), de moderada a alta intensidad (55-75% de la capacidad aeróbica) y realizado sin consumo de alimento (Gleeson, 2013). Muchos de los aspectos de la inmunidad innata incluyendo la quimiotaxis de los neutrófilos, fagocitosis, degranulación y actividad de explosión oxidativa, la expresión de receptores de monocitos tipo toll (TLR, por sus siglas en inglés) y la actividad citotóxica de las células asesinas naturales están deprimidos por el ejercicio prolongado. De la misma forma, diversas funciones importantes de inmunidad adquirida (específica) incluyendo la presentación de antígenos por parte de los monocitos/macrófagos, producción de inmunoglobulina por los linfocitos B, la producción de citocinas (por ej., interferón gamma) y proliferación de los linfocitos T está reducida después del ejercicio prolongado. También puede estar afectada la protección inmune de las mucosas. Aunque la respuesta de la inmunoglobulina A secretora salival (SIgA, por sus siglas en inglés) es variable al ejercicio agudo, series muy prolongadas de ejercicio (por ej., correr un maratón) se reportan comúnmente con una reducción en la secreción de SIgA (Walsh et al., 2011b). Se cree que las causas de depresión inmunitaria después del ejercicio prolongado se deben a incrementos en las hormonas de estrés circulantes (por ej., epinefrina y cortisol) y alteraciones en el equilibrio de la citocina pro-/antiinflamatoria (particularmente niveles circulantes elevados de interleucina (IL)-6, IL-10, antagonista del receptor de IL-1 (IL-1ra) y receptores del factor de necrosis tumoral (TNF) soluble) que tienen acciones inhibitoras en la activación inmunitaria.



Los estudios recientes que examinan la expresión de genes en leucocitos después del ejercicio prolongado, indican que hay un incremento en la expresión de muchos genes involucrados en las acciones antiinflamatorias y regulación a la baja de genes de la vía de señalización del receptor TLR que lleva a la producción de citocina proinflamatoria y activación inmune (Abbasi et al., 2013, 2014). Muchos factores y hormonas que están inducidos por el ejercicio pueden estar involucrados en la organización de esta amplia reacción antiinflamatoria de genes. Estos factores pueden incluir catecolaminas, cortisol, hormona de crecimiento, proteínas de golpe de calor e IL-6 derivada del músculo (Gleeson et al., 2011). El cortisol es conocido por su amplio despliegue de funciones inmunosupresoras/antiinflamatorias y es altamente probable que tenga un papel importante en este contexto. Sin embargo, es seguro decir que probablemente la IL-6 es la pieza clave al orquestar esta amplia reacción antiinflamatoria. Durante el ejercicio, la IL-6 es liberada de las fibras musculares contrayentes y causa liberación de IL-10 e IL-1ra, hormona adrenocorticotrópica y cortisol, así como de reactantes de fase aguda de los hepatocitos (por ej.,  $\alpha$ -1-glicoproteína ácida y

proteína C reactiva). La inducción de la producción de IL-10 a través de las elevaciones inducidas por el ejercicio de la IL-6 circulante puede representar un evento preventivo antiinflamatorio directo, más que una compensación de regulación inversa contra algunos estímulos antiinflamatorios primarios. Aunque la IL-6 y sus seguidores pueden explicar la mayoría de las reacciones antiinflamatorias reportadas, es posible que haya mecanismos adicionales trabajando. Por ejemplo, el ejercicio resulta con una inducción rápida de microRNAs (Tonevitsky et al., 2013) que son capaces de interferir con TLRs, y se ha sugerido que dicho mecanismo pudiera ser también fundamental en inducir la respuesta antiinflamatoria al ejercicio (Abbasi et al., 2014). En la Figura 2 se resumen los diversos eventos que contribuyen a la inmunodepresión inducida por el ejercicio.

### Efectos del entrenamiento crónico en la función inmune

Los índices de función inmune en los atletas en un estado real de descanso (es decir, al menos 24 horas después de la última serie de ejercicios) generalmente no son muy diferentes de sus contrapartes sedentarias, excepto cuando los atletas se encuentran involucrados

en periodos de entrenamiento intenso. En esta situación, puede que la función inmune no se recupere en su totalidad de las sesiones sucesivas de entrenamiento y algunas funciones puedan volverse crónicamente deprimidas (Gleeson et al., 2013). Tanto las funciones de los linfocitos T y B parecen ser sensibles a los incrementos en las cargas de entrenamiento en atletas bien entrenados que se encuentren en un periodo de entrenamiento intenso, con reportes de reducciones en los números de células T tipo 1 circulantes, inhibición de la producción de citocina de células T tipo 1, reducción en las respuestas de las células T proliferativas y descenso en el estímulo de la síntesis de inmunoglobulinas por las células B y SIgA. Sin embargo, a la fecha, la única variable inmune que ha sido asociada consistentemente con incremento en la incidencia de infección es la SIgA. Están asociadas bajas concentraciones de SIgA en atletas o reducciones transitorias sustanciales en SIgA con incremento en el riesgo de episodios de SVRS (Neville et al. 2008). En contraste, los incrementos en SIgA pueden suceder después de un periodo de ejercicio regular moderado en individuos previamente sedentarios y pueden al menos en parte, contribuir a la aparente reducción en susceptibilidad a SVRS asociados con el ejercicio regular moderado (Walsh et al., 2011b). Los atletas susceptibles a enfermedades tienden a tener una tasa baja de secreción de SIgA y un incremento en la producción de IL-10 in vitro en cultivos de sangre total expuesta a un reto de antígenos (Gleeson & Bishop, 2013) lo cual puede debilitar las defensas inmunitarias contra microorganismos. Los atletas con un nivel bajo de vitamina D, cargas altas de entrenamiento y sin infección previa de citomegalovirus y virus Epstein-Barr también parecen ser más susceptibles a episodios de SVRS (He et al., 2013).

La prevención de infección es un área importante de investigación tanto en términos de salud de la población general y particularmente para los atletas que están bajo periodos prolongados de entrenamiento pesado. En términos del impacto negativo en el entrenamiento, los periodos repetidos de infección son similares a la lesiones físicas recurrentes que pueden ser catastróficas cuando ocurren conforme se acercan los atletas a sus principales competencias. Por lo tanto, el estudio realizado por Neville y colaboradores (2008) es particularmente alentador debido a que mostró análisis retrospectivos de muestras salivales de 38 atletas de la Copa de las Américas tomadas durante 50 semanas en las cuales sus valores relativos de SIgA descendieron 40% o más y en las cuales eran más propensos a experimentar infecciones en 1-2 semanas. Con la inminente disponibilidad del análisis salival rápido “en campo” utilizando dispositivos portátiles, estas mediciones pueden ofrecer una forma de informar a los entrenadores cuándo los atletas se encuentran más vulnerables a infecciones y pueden evitarse problemas asociados con el incremento en las cargas de entrenamiento.

Una percepción común es que la exposición al clima frío y húmedo puede incrementar la probabilidad de contraer el resfriado común, pero la evidencia disponible no indica que los atletas que entrenan y compiten en condiciones frías presenten una mayor reducción en la función inmune comparado con las condiciones termoneutrales (Walsh et al., 2011b). La inhalación de aire frío y seco puede reducir el movimiento ciliar de la vía aérea superior y reducir el flujo de moco, pero no está claro si los atletas que regularmente entrenan y compiten en condiciones frías experimenten infecciones más frecuentes, más severas o que duren más tiempo. Otros ambientes extremos (por ej., calor y altitud) no parecen tener un impacto marcado en las respuestas inmunitarias al ejercicio (Walsh et al., 2011b).

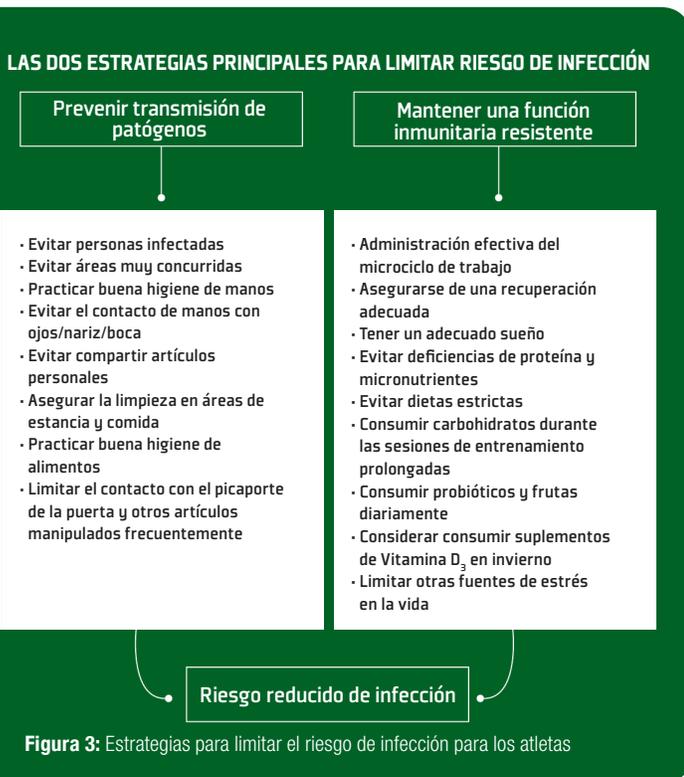
## APLICACIONES PRÁCTICAS

### Guías para mantener la salud inmunitaria y limitar el riesgo de infecciones

Generalmente se acepta que siempre es preferible la prevención al tratamiento, y aunque no existe un solo método que elimine completamente el riesgo de contraer una infección, existen diversas estrategias efectivas conductuales, nutricionales y de entrenamiento (Figura 3) que pueden limitar la extensión de la inmunodepresión inducida por el ejercicio, menor exposición a patógenos y reducir el riesgo de infección (Walsh et al., 2011a).

### Limitar la transmisión de infecciones

Las guías más importantes para limitar la transmisión de infecciones entre los atletas es una buena higiene de manos y evitar el contacto con personas que estén infectadas (Tabla 1). El aseo de las manos (con una técnica correcta para asegurar que todas las partes de las manos estén efectivamente limpias) con jabón y agua es efectivo contra la mayoría de los patógenos, pero no provee una protección continua. Los geles para manos que contienen >60% de alcohol desinfectan



efectivamente, pero la protección que proveen no dura más que unos cuantos minutos, por lo que se debe aplicar frecuentemente y esto puede causar resequead e irritación de la piel. Otros métodos para sanear incluyen el uso de espumas antimicrobianas para manos sin alcohol que contienen polímeros biocidas catiónicos e hidrofóbicos que afirman que desinfectan las manos por más de 6 horas. Sin embargo, las personas deben estar conscientes de que estos productos son removidos con el lavado de las manos y sudoración excesiva, por lo que necesitan volver a aplicar en pocas horas.

Minimizar el contacto con personas infectadas, niños pequeños, animales y objetos contagiosos.

Evitar áreas muy concurridas y saludar de mano.

Mantener distancia entre las personas que están tosiendo, estornudando o tienen "escurrimiento nasal", y cuando sea apropiado, utilizar (o solicitar que utilicen) un cubrebocas desechable.

Aislar rápidamente de los demás al individuo con síntomas de infección.

Proteger las vías aéreas de exposición directa al aire muy frío (<0°C) y seco durante el ejercicio intenso utilizando una máscara facial.

Lavarse las manos frecuentemente y efectivamente con jabón y agua, especialmente antes de los alimentos, y después de tener contacto directo con personas potencialmente contagiosas, animales, sangre, secreciones, lugares públicos y sanitarios.

Utilizar toallas de papel desechables y limitar el contacto de las manos con boca/nariz cuando se sufran SVRS o enfermedad gastrointestinal (poner las manos en ojos/nariz es una ruta principal de auto-inoculación viral).

Llevar consigo espuma/crema antimicrobial o gel para aseo de manos con base en alcohol.

No compartir botellas para beber, tazas, cubiertos, toallas, etc., con otras personas.

Mientras se compite o se viaja al extranjero, escoger bebidas frías de botellas selladas, evitar vegetales crudos y carne sin cocción adecuada. Lavar y pelar las frutas antes de comerlas.

Utilizar sandalias o calzado similar cuando se acuda a regaderas, albercas y vestidores para evitar enfermedades dermatológicas.

Se deberán aplicar refuerzos de todas las vacunas necesarias en casa y antes de viajes al extranjero. La vacuna de influenza tarda 5-7 semanas en surtir efecto; las vacunas intramusculares pueden tener algunos efectos colaterales pequeños, por lo que es recomendable vacunarse fuera de temporada. No se deben vacunar antes de las competencias o si los síntomas de enfermedad están presentes.

**Tabla 1:** Estrategias de comportamiento y hábitos de vida diaria para limitar la transmisión de infecciones entre los atletas

## Mantener una inmunidad resistente y limitar el estrés del entrenamiento

Otras cosas que pueden hacer los atletas para limitar el riesgo de infección es adherirse a las guías prácticas para mantener una inmunidad resistente y limitar el impacto del estrés del entrenamiento (Tabla 2).

- Evitar sesiones de entrenamiento muy prolongadas (>2 h) y periodos excesivos de entrenamiento día a día: Asegurarse que un entrenamiento duro sea seguido de un día de entrenamiento más leve. Puede ser de ayuda monitorear los síntomas de sobrecarga (estado de ánimo, sentimientos de fatiga y dolor muscular).
- Cuando se realizan sesiones de entrenamiento en ayuno o con bajas reservas de glucógeno y sin consumo de carbohidratos (CHO) durante el ejercicio, es probable que se desarrolle de forma más sustancial la depresión inmunitaria, especialmente si no es la primera sesión de entrenamiento del día. Si se aplica el concepto de entrenar bajo en glucógeno para maximizar la adaptación al entrenamiento, no se deberá realizar por más de unos cuantos días por semana o se puede comprometer la función inmune.
- Vestir ropa apropiada en clima inclemente y evitar quedarse frío y húmedo después del ejercicio.
- Dormir adecuadamente (es recomendado al menos 7 h/noche). Perder una noche de sueño tiene un pequeño efecto en la función inmune en reposo o después del ejercicio, pero los episodios de SVRS son más prevalentes en aquellos que regularmente presentan una cantidad baja de sueño (<7 h/noche) y una pobre calidad de sueño (despertares frecuentes). Considerar monitorear la cantidad y calidad del sueño utilizando sensores pequeños no invasivos de movimiento (actígrafos).
- Mantener otros estresores de la vida diaria al mínimo. Puede ser beneficioso consultar a un psicólogo del deporte para encontrar formas de reducir el estrés y adoptar conductas apropiadas para enfrentar los problemas.
- Asegurarse de consumir la energía adecuada en la dieta, proteína y micronutrientes esenciales. Esto es particularmente importante durante los periodos de entrenamiento intensos.
- La vitamina D juega un papel importante en la regulación de la inmunidad y esto es una preocupación ya que la insuficiencia de vitamina D es común en los atletas, especialmente si la exposición natural a la luz del sol está limitada (por ej., cuando el entrenamiento se realiza en invierno o cuando el entrenamiento es principalmente bajo techo). La suplementación con vitamina D<sub>3</sub> (5,000 UI/día) puede ser benéfica para optimizar la función inmune.
- Evitar dietas estrictas y pérdidas rápidas de peso. Se deberá tener cuidado para asegurarse de un adecuado consumo de proteína (y micronutrientes) durante los periodos de pérdida de peso intencional, ya que es más probable que los atletas que se someten a reducciones de peso sean más propensos a presentar infecciones. En general, un suplemento multivitamínico/mineral de rango amplio es la mejor opción para soportar un consumo restringido de alimentos, y esto puede ser más apropiado para el atleta que tiene que viajar en situaciones en las cuales el tipo y calidad de alimentos es limitado.
- Comer diversas y diferentes frutas diariamente al menos 5 veces/semana como consumo regular de frutas está asociado con una menor incidencia del resfriado común.
- Asegurar un adecuado consumo de CHO antes y durante el ejercicio intenso prolongado para limitar la extensión y severidad de depresión del sistema inmune inducido por el ejercicio. El uso de una dieta alta en CHO y el consumo de CHO (entre 30-60 g/h) durante entrenamientos prolongados reducirá los niveles circulantes de hormonas de estrés y de las respuestas de citocinas antiinflamatorias, y retrasará la aparición de síntomas de sobrecarga durante los periodos de entrenamiento intenso.
- El consumo de bebidas durante el ejercicio no sólo previene la deshidratación (que está asociada con un incremento en la respuesta de hormonas de estrés), sino también ayuda a mantener un flujo de saliva durante el ejercicio. La saliva contiene diversas proteínas con propiedades antimicrobianas incluyendo la inmunoglobulina A y la amilasa  $\alpha$ . La secreción de saliva generalmente disminuye durante el ejercicio, pero un consumo regular de líquidos durante el ejercicio puede prevenir esto.
- La eficacia de la mayoría de los llamados inmunoestimulantes de la dieta no ha sido confirmada. Sin embargo, existe evidencia limitada de que algunos flavonoides (por ej., la quercetina) o bebidas que contienen flavonoides (por ej., cerveza sin alcohol, té verde) y probióticos con lactobacilos (dosis diaria de ~1010 bacterias vivas) puede reducir la incidencia de SVRS en personas muy activas físicamente. Otro beneficio potencial de los probióticos puede ser una reducción en el riesgo de infecciones gastrointestinales – una preocupación particular cuando se viaja al extranjero.
- Dosis altas de vitamina C (más de 1,000 mg) generalmente no están justificadas, pero los individuos que se encuentran en entrenamientos intensos y/o en ambientes fríos pueden obtener algún beneficio para prevenir SVRS.

**Tabla 2:** Estrategias de entrenamiento, recuperación y nutrición para ayudar a mantener una inmunidad reforzada y limitar el estrés del entrenamiento.

Estas guías establecen principalmente estrategias nutricionales, de entrenamiento y recuperación, y están basadas en los hallazgos de numerosos estudios de investigación. Las estrategias nutricionales más efectivas para mantener una función inmune resistente durante el entrenamiento intenso es evitar deficiencias de micronutrientes esenciales, consumir carbohidratos durante el ejercicio y consumir probióticos con lactobacilos de forma diaria. Aunque no se ha demostrado que todos los probióticos ayuden a mantener niveles saludables de SIgA salival, se han aportado resultados alentadores con el consumo prolongado de algunas cepas de lactobacilos (Gleeson et al., 2012). Por lo tanto, se debe asesorar a los atletas sobre cómo fortalecer de la mejor forma sus dietas con el tipo de probiótico apropiado. Algunos estudios también sugieren que el consumo regular de suplementos con polifenoles de frutas y plantas (por ej., la quercetina) o productos alimenticios (por ej., cerveza sin alcohol y té verde) también pueden reducir la incidencia de SVRS. Muchos otros suplementos nutricionales, incluyendo  $\beta$ -glucanos, calostro, equinácea, glutamina y otros afirman tener propiedades estimulantes inmunitarias, pero no existe evidencia científica convincente de que prevengan efectivamente la depresión inmune inducida por el ejercicio.

Además de obedecer las reglas de una buena higiene personal, la composición de la dieta y el tiempo del consumo de alimentos también puede ayudar a aportar protección contra infecciones. Ya que la función inmune está comprometida después del entrenamiento intenso y competencia, y el consumo de carbohidratos, proteína y líquidos ayuda a restaurar la función (Costa et al., 2012; Fortes et al., 2012; Witard et al., 2014), es importante alentar a los atletas a desarrollar estrategias de alimentación que se enfoquen en el periodo post ejercicio como parte de sus planes nutricionales en general.

## RESUMEN

Existe evidencia sustancial que apoya la idea de que el ejercicio extenuante prolongado está asociado con una supresión transitoria de las funciones inmunes que usualmente se recuperan en las primeras 24 horas. Sin embargo, en situaciones de entrenamiento intenso la falta de recuperación suficiente entre las sesiones de ejercicio pueden llevar a una depresión crónica de respuestas inmunes. Se ha sugerido que tales efectos en las defensas del huésped explican la mayor incidencia de SVRS entre los atletas altamente entrenados, llevando a ausencias al entrenamiento y alteración en el rendimiento. Si bien es cierto que las SVRS se reportan comúnmente en atletas, no siempre se ha confirmado una causa infecciosa de estos síntomas. Existen diversas estrategias de entrenamiento, conductuales y nutricionales que pueden ayudar a minimizar el riesgo de SVRS y éstas deberán ser parte de la rutina normal del atleta.

## REFERENCIAS

Abbasi, A., E. Fehrenbach, M. Hauth, M. Walter, J. Hudemann, V. Wank, A.M. Niess, and H. Northoff (2013). Changes in spontaneous and LPS-induced ex vivo cytokine production and mRNA expression in male and female athletes following prolonged exhaustive exercise. *Exerc. Immunol. Rev.* 19:8-28.

- Abbasi, A., M. Hauth, M. Walter, J. Hudemann, V. Wank, A.M. Niess, and H. Northoff (2014). Exhaustive exercise modifies different gene expression profiles and pathways in LPS-stimulated and un-stimulated whole blood cultures. *Brain Behav. Immun.* 39:130-141.
- Alonso, J.M., P.M. Tscholl, L. Engebretsen, M. Mountjoy, J. Dvorak, and A. Junge (2010). Occurrence of injuries and illnesses during the 2009 IAAF World Athletics Championships. *Br. J. Sports Med.* 44:1100-1105.
- Alonso, J.M., P. Edouard, G. Fischetto, B. Adams, F. Depiesse, and M. Mountjoy (2012). Determination of future prevention strategies in elite track and field: analysis of Daegu 2011 IAAF Championships injuries and illnesses surveillance. *Br. J. Sports Med.* 46:505-514.
- Bermon, S. (2007). Airway inflammation and upper respiratory tract infection in athletes: is there a link? *Exerc. Immunol. Rev.* 13:6-14.
- Costa, R.J., M.B. Fortes, K. Richardson, J.L. Bilzon, and N.P. Walsh (2012). The effects of postexercise feeding on saliva antimicrobial proteins. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 22:184-191.
- Engebretsen, L., K. Steffen, J.M. Alonso, M. Aubry, J. Dvorak, A. Junge, W. Meeuwisse, M. Mountjoy, P. Renström, and M. Wilkinson (2010). Sports injuries and illnesses during the Winter Olympic Games 2010. *Br. J. Sports Med.* 44:772-780.
- Engebretsen, L., T. Soligard, K. Steffen, J.M. Alonso, M. Aubry, R. Budgett, J. Dvorak, M. Jegathesan, W.H. Meeuwisse, M. Mountjoy, D. Palmer-Green, I. Vanhegan, and P.A. Renström (2013). Sports injuries and illnesses during the London Summer Olympic Games 2012. *Br. J. Sports Med.* 47:407-414.
- Fortes, M.B., B.C. Diment, U. Di Felice, and N.P. Walsh (2012). Dehydration decreases saliva antimicrobial proteins important for mucosal immunity. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 37:850-859.
- Gleeson, M., N.C. Bishop, D.J. Stensel, M.R. Lindley, S.S. Mastana, and M.A. Nimmo (2011). The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nat. Rev. Immunol.* 11:607-615.
- Gleeson, M., J. Siegler, L.M. Burke, S. Stear, and L.M. Castell (2012). A to Z of nutritional supplements: Dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance – Part 31. (Probiotics). *Br. J. Sports Med.* 46:377-378.
- Gleeson, M. (2013). Exercise, nutrition and immunity. In: P.C. Calder and P. Yaqoob (eds.), *Diet, Immunity and Inflammation*. Cambridge: Woodhead Publishing, pp. 652-685.
- Gleeson, M., and N.C. Bishop (2013). URI in athletes: Are mucosal immunity and cytokine responses key risk factors? *Exerc. Sport Sci. Rev.* 41:148-153.
- Gleeson, M., N.C. Bishop, and N.P. Walsh (eds.) (2013). *Exercise Immunology*. Abingdon: Routledge.
- He, C.-S., M. Handzlik, W.D. Fraser, A. Muhamad, H. Preston, A. Richardson, and M. Gleeson (2013). Influence of vitamin D status on respiratory infection incidence and immune function during 4 months of winter training in endurance sport athletes. *Exerc. Immunol. Rev.* 19:86-101.
- Larson-Meyer D.E., and K.S. Willis (2010). Vitamin D and athletes. *Curr. Sports Med. Rep.* 9:220-226.
- Matthews, C.E., I.S. Ockene, P.S. Freedson, M.C. Rosal, P.A. Merriam, and J.R. Hebert (2002). Moderate to vigorous physical activity and the risk of upper-respiratory tract infection. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34:1242-1248.
- Neville, V., M. Gleeson, and J.P. Folland (2008). Salivary IgA as a risk factor for upper respiratory infections in elite professional athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 40:1228-1236.
- Nieman, D.C., D.A. Henson, M.D. Austin, and W. Sha (2011). Upper respiratory tract infection is reduced in physically fit and active adults. *Br. J. Sports Med.* 45:987-992.
- Robson-Ansley, P., G. Howatson, J. Tallent, K. Mitcheson, I. Walshe, C. Toms, G. Du Toit, M. Smith, and L. Ansley (2012). Prevalence of allergy and upper respiratory tract symptoms in runners of the London Marathon. *Med. Sci. Sports Exerc.* 44:999-1004.
- Spence, L., W.J. Brown, D.B. Pyne, M.D. Nissen, T.P. Sloots, J.G. McCormack, A.S. Locke, and P.A. Fricker (2007). Incidence, etiology, and symptomatology of upper respiratory illness in elite athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 39:577-586.
- Tonevitsky, A.G., D.V. Maltseva, A. Abbasi, T.R. Samatov, D.A. Sakharov, M.U. Shkurnikov, A.E. Lebedev, V.V. Galatenko, A.I. Grigoriev, and H. Northoff (2013). Dynamically regulated miRNA-mRNA networks revealed by exercise. *BMC Physiol.* 13:9
- Walsh, N.P., M. Gleeson, D.B. Pyne, D.C. Nieman, F.S. Dhabhar, R.J. Shephard, S.J. Oliver, S. Bermon, and A. Kajéniené (2011a). Position Statement Part Two: Maintaining immune health. *Exerc. Immunol. Rev.* 17:64-103.

Walsh, N.P., M. Gleeson, R.J. Shephard, M. Gleeson, J.A. Woods, N.C.Bishop, M. Fleshner, C. Green, B.K. Pedersen, L. Hoffman-Goetz, C.J. Rogers, H. Northoff, A. Abbasi, and P. Simon (2011b). Position Statement Part One: Immune function and exercise. *Exerc. Immunol. Rev.* 17:6-63.

Witard, O.C., J.E. Turner, S.R. Jackman, A.K. Kies, A.E. Jeukendrup, J.A. Bosch, and K.D. Tipton (2014). High dietary protein restores overreaching induced impairments in leukocyte trafficking and reduces the incidence of upper respiratory tract infection in elite cyclists. *Brain. Behav. Immun.* 44:1689-1697.

## **TRADUCCIÓN**

Este artículo ha sido traducido y adaptado de: Gleeson, M. (2015). Effects of exercise on immune function. *Sports Science Exchange* 151, Vol. 28, No. 151, 1-6, por el Dr. Samuel Alberto García Castrejón.