

Investigadores y especialistas militares y civiles estudian como mejorar la preparación

# RENDIMIENTO en ambientes extremos



Hélène Coquet

**L**OS humanos, convertidos en animales sedentarios, olvidan que hace millones de años sobrevivieron a otros homínidos gracias a su capacidad para realizar esfuerzos progresivos. «El hombre no esprinta tan rápido como otros mamíferos, pero puede aguantar más tiempo a velocidades altas», explica Jonathan Esteve, especialista en entrenamiento de pruebas de resistencia de larga duración. Esta capacidad es una de las principales características de los denominados deportistas de acción, entre los que se encuentran aquellos profesionales que realizan su trabajo en ambientes y condiciones extremas con vocación de servicio público y aún a riesgo de su vida en la mayoría de las ocasiones. Bomberos, policías o militares son algunos de estos profesionales que se enfrentan a los mismos esfuerzos físicos y mentales que los deportistas de alto nivel.

Estudiar la forma de mejorar su preparación ha sido el objetivo del Simposio Internacional sobre

Entrenamiento en Ambientes Extremos que a mediados del pasado mes de junio organizó la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad Europea de Madrid. Por primera vez, el mundo científico y los beneficiarios directos de sus investigaciones han participado en un foro de análisis dedicado a intercambiar experiencias y exponer los últimos avances en estos temas.

«El entrenamiento es cada vez más técnico y específico por lo que se hace necesario formar a entrenadores cualificados en el ámbito de las Fuerzas Armadas o de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado», explica el teniente coronel médico Luis Miguel López Mojares, director del simposio. En opinión de este especialista, vocal del Consejo Superior de Educación Física y del Deporte de las Fuerzas Armadas, es un objetivo podría ser asumido por la universidad donde los avances en este campo para mejorar el rendimiento de los deportistas españoles han sido muy importantes en los últimos años



La ciencia estudia como mejorar los parámetros fisiológicos de los deportistas de acción, similares a los del combatiente.

Hélène Gicquel

■ Factores fisiológicos, psicológicos y genéticos

# EL CUERPO humano al límite

**A** PRINCIPIOS de marzo de 2002 cerca de 1.700 soldados estadounidenses y más de 1.000 afganos y de otros países aliados penetraron en el valle de Shahi-Kot, en Afganistán. La inteligencia militar creía haber identificado a 2.700 metros de altitud, cerca de la frontera pakistání, el escondite de Osama Bin Laden y de su lugarteniente, el mullah Omar. La operación *Anaconda* tenía que haber durado sólo 72 horas, pero la fuerte oposición de un enemigo perfectamente aclimatado a la altura prolongó los combates durante casi 15 días, algo no previsto.

Además de ser un fracaso desde el punto de vista de la inteligencia militar —los terroristas no aparecieron—, el desarrollo de la operación planteó algunas de las dificultades a las que se enfrentan los militares cuando actúan en ambientes extremos si no han recibido previamente el entrenamiento adecuado. Son los mismos problemas que tienen otros profesionales y deportistas que también desarrollan su actividad en medios hostiles para el ser humano.

La fatiga que provoca el esfuerzo físico en ellos; el sobreentrenamiento al que por error pueden someterse; su aclimatación a la altitud; la nutrición y la hidratación especial que precisan en condiciones extremas; o el modelo de entrenamiento que deben seguir para participar en pruebas de resistencia de larga duración son algunos de los aspectos que estudia la ciencia. El objetivo es mejorar

los parámetros fisiológicos de estos deportistas de acción, conocidos también por su denominación inglesa de *tactical athletes*. Se investigan además factores psicológicos, metabólicos, genéticos y un largo etcétera. «En conjunto, todos ellos contribuyen a aumentar el rendimiento si son ejercitados a través de una adecuada preparación», señala el teniente coronel médico López Mojares.

El ejercicio supone una sobrecarga a la que se somete al cuerpo para mejorar

*El entrenamiento debe ser lo más individualizado posible*

la condición física del individuo si, como ocurre en el entrenamiento, es programada y se aplica de manera progresiva. El efecto inmediato de este esfuerzo es la fatiga. «Esa pérdida de fuerza impide seguir trabajando con la misma intensidad a lo largo de un evento», explica Margarita Pérez Ruiz, profesora titular de Fisiología del Ejercicio de la Universidad Europea de Madrid. Una de las causas que provoca esta deficiencia, aunque no la única, es una disminución del aporte

de ATP en los músculos esqueléticos o motores. El ATP es la molécula utilizada por las células para transformar y obtener energía sin oxígeno. A esta actividad se le denomina anaeróbica y exige al organismo el empleo máximo de sus capacidades de fuerza y velocidad hasta alcanzar la extenuación, como les ocurre a los velocistas o a los agentes policiales y a los militares especializados en intervenciones rápidas.

Un mayor esfuerzo supone, además, un aumento del flujo sanguíneo para satisfacer la demanda de oxígeno del organismo y producir la energía necesaria. Es lo que se conoce como actividad aeróbica y son los músculos respiratorios los que se encargan de satisfacer esta necesidad. El entrenamiento aeróbico está orientado a las actividades de resistencia, largas pero de intensidad moderada, como son el maratón o el ciclismo de fondo y las propias de los pilotos de combate y los buzos de la Armada.

## **MAL DE ALTURA**

Los miembros de las unidades de montaña o los alpinistas saben muy bien lo que es trabajar en condiciones de hipoxia, es decir, privados del suministro adecuado de oxígeno conforme ascienden. A partir de los 2.500 metros de altura las tropas corren el riesgo de quedar inoperativas si desarrollan el mal agudo de montaña, más conocido como mal de altura. «Pasar más de diez días en altitud antes de entrar en acción resulta fundamental

para que la operación sea un éxito», explica José Antonio López Calbet, catedrático de Fisiología del Ejercicio de la Universidad de Las Palmas.

El combate militar, ya sea en altura o a nivel del mar, «es esencialmente anaeróbico», señala Jay R. Hoffman, científico especializado en el estudio de la fuerza y la resistencia en el entrenamiento para el ejercicio en ambientes extremos. La preparación de los *tactical athletes* — como los miembros de las unidades de montaña — debe atender al desarrollo, entre otros factores, «de la fuerza muscular, la potencia, la combinación fuerza-resistencia, la movilidad y la flexibilidad», destaca.

«Los músculos —explica Hoffman— están formados por fibras lentas o rápidas que actúan como unidades motoras».

Las primeras se activan cuando se realizan esfuerzos prolongados como en las carreras de fondo. Son, por tanto, más resistentes a la fatiga. Por el contrario, las rápidas intervienen cuando la actividad física es de tipo aeróbico.

«La respuesta del cerebro a la fatiga es la reducción de la acción para que los músculos descansen y se recuperen», afirma Margarita Pérez. En este sentido, el cansancio, el sueño e, incluso, la fiebre son estados que se manifiestan asociados a la fatiga. Por eso el reposo es fundamental.

La adecuada alternancia entre el entrenamiento y la recuperación permiten el aumento progresivo de la capacidad física del deportista. Sin embargo, ésta puede reducirse e, incluso, desaparecer cuando la carga de trabajo es excesiva durante los ejercicios o el reposo que le sigue es insuficiente. Esta descompensación entre ambas actividades puede provocar lesiones y la aparición de enfermedades si el esfuerzo es extremo. «Entonces hablamos del síndrome de sobreentrenamiento», explica el teniente coronel médico López Mojares.

Precisamente, en 2002, el mismo año que tuvo lugar la operación *Anaconda* en Afganistán, el entrenamiento físico exce-

sivo era el mayor y más severo problema de salud de los miembros del Ejército estadounidense. El secretario de Estado Donald Rumsfeld llegó a asegurar que la prevención del sobreentrenamiento debería ser considerada como una pieza clave de la preparación de las unidades.

Hoffman considera que las tropas de los Estados Unidos siguen sin disponer de una metodología estructurada de entrenamiento. «Lo ideal es que éste sea lo más individualizado posible y se centre en la prueba específica para la que se prepara el deportista», destaca Jonathan Esteve, doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad Europea de Madrid y entrenador especializado en competiciones de ultra resistencia de larga duración.

En este tipo de pruebas, en las que no es tan importante la distancia y sí el tiempo que dura el evento, «es necesario disminuir la carga de trabajo conforme se aproxima la competición para alcanzar la *supercompensación*», el máximo rendimiento al que aspira todo deportista.

### GENÉTICA

En principio, todos los individuos pueden mejorar su rendimiento trabajando los factores fisiológicos mediante un entrenamiento ade-

cuado. Sin embargo, algunas personas destacan sobre otras a pesar de seguir programas de preparación similares. Ese *talento* — como lo denominan los expertos — viene determinado por la genética. «Hablamos del ADN, cuya secuencia es en un 99 por 100 idéntica a todos los individuos de una misma especie», explica Félix Gómez Gallego de la Universidad Europea de Madrid.

Es en el 1 por 100 restante donde se encuentra ese *talento* que hace apto al individuo para el desarrollo de determinadas actividades que otros, sin ese don, no pueden hacer. Hasta ahora han sido identificados más de 200 genes que influyen de manera directa en el rendimiento físico a través de la estructura muscular o de la función cardio-respiratoria.



Hélène Guéquel

## ■ Presión atmosférica

# POR AIRE y bajo el mar

LA actividad aeronáutica y subacuática pueden tener para el ser humano un mismo efecto negativo: la enfermedad descompresiva. Es decir, la aparición de nitrógeno en los tejidos cuando el organismo se somete a bajas y altas presiones. La consecuencia inmediata es la obstrucción de los vasos sanguíneos y la formación de coágulos que impiden la circulación de la sangre. Las tripulaciones de vuelo del Ejército del Aire utilizan para su entrenamiento un simulador de altitud: la llamada cámara hipobárica. Por su parte, los buzos de la Armada emplean la cámara hiperbárica, tanto en su preparación como en su recuperación al finalizar las inmersiones.

«Nos movemos en un mundo de referencias completamente diferentes para las que el ser humano, normalmente, no está diseñado», explica en alusión al medio aéreo el teniente coronel médico Carlos Velasco, responsable del entrenamiento del personal de vuelo en el Centro de Instrucción de Medicina Aeroespacial. «Lo mismo ocurre en las inmersiones a gran profundidad», destaca el comandante médico Agustín Olea del Centro de Buceo de la Armada, al hablar del riesgo de desorientación espacial que puede producirse bajo el nivel del mar, de la misma manera que en el aire.

Otras dificultades a las que se enfrentan estos profesionales son las condiciones térmicas adversas, las alteraciones de los sentidos de la vista y del oído o la toxicidad de los gases si no se respiran en la adecuada proporción. El teniente coronel Velasco y el comandante Olea aseguran que es imprescindible hacer una exhaustiva selección previa de este personal. Una vez que superan las pruebas psicofísicas comienza una dura preparación técnica, fisiológica y física.



■ Vestuario y equipos

## Estructuras y tejidos inteligentes

**M**EDIO millar de soldados del Ejército español participan en un estudio antropométrico para analizar el índice volumétrico de sus cuerpos. Las investigaciones del Instituto de Biomecánica de Valencia permitirán la confección de uniformes, calzados y equipos de protección individual ergonómicos que mejoren su rendimiento, especialmente cuando el peso extra del material y el armamento es elevado.

Una solución puede ser el empleo de los exoesqueletos, estructuras articulares externas en las que se introduce el individuo para multiplicar su fuerza muscular.

El confort termofisiológico es esencial, por ejemplo, para el combatiente o el bombero. Existen prendas interiores con canales de fluidos integrados en el tejido que, unidos a un recipiente con agua u otro líquido refrigerante, puede regular el exceso de calor en el cuerpo y facilitar la recuperación de la persona.

Existe además un vestuario que incorpora unas bandas compresoras de la musculatura para mejorar el riego sanguíneo, por ejemplo, el de los pilotos de combate o de exhibiciones aeronáuticas civiles acostumbrados a velocidades de vértigo y grandes aceleraciones.

Los investigadores también experimentan con nanotubos de carbono integrados en los tejidos que actúan como conductores eléctricos que determinan el nivel de sudoración del deportista. La información que proporcionan es registrada y gestionada a distancia. Este sistema de monitorización mide, además, otras constantes vitales como la frecuencia cardíaca y el grado de fatiga. A través de la lectura de estos datos puede comprobarse el estado de forma del combatiente. Así trabajan los denominados *Epidermal Electronic System* o tatuajes electrónicos que incluso pueden colocarse bajo la piel.

■ Militares, agentes de policía, bomberos ...

## Unidades especiales

**E**L Simposio Internacional de Madrid contó con la participación de los responsables del entrenamiento de diferentes unidades de élite de las Fuerzas Armadas y de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado. Todos ellos coincidieron al asegurar que la preparación de sus miembros debe ser individualizada y dirigida a sus tareas específicas. «Como máquinas de supervivencia que somos, nuestro entrenamiento está enfocado a sobrevivir, movernos y combatir en zonas caracterizadas por la altitud y el frío donde priman la capacidad y la velocidad de respuesta para gestionar el riesgo», explica el teniente coronel Alberto Ayora, responsable del entrenamiento del personal de la Escuela Militar de Alta Montaña y de Operaciones Especiales.

La Unidad Militar de Emergencias (UME) interviene en muy diversos escenarios, incluido el de montaña. «Somos una unidad de *deportistas* con vocación de servicio», destaca la comandante médica María Pilar Hernández Frutos, jefa de Sanidad de la UME. Incendios foresta-



les, inundaciones, rescates acuáticos, en altura o en espacios confinados o ante catástrofes naturales son las situaciones en las que se desenvuelven sus miembros.

Es un trabajo que puede llegar a ser muy estresante, como les sucede a los miembros de la Unidad Especial de Intervención de la Guardia Civil y del Grupo Especial de Operaciones (GEO) del Cuerpo Nacional de Policía. Los agentes de élite intervienen en operaciones cuyo desarrollo y desenlace es siempre fulminante. Los miembros de estos equipos deben realizar una evaluación cognitiva de sus propios recursos y de la situación a la que se van a enfrentar, como tomas de rehenes o secuestros y detención de delinquentes muy peligrosos.

«La frecuencia cardíaca es muy alta y la rapidez en la progresión resulta esencial en estas actuaciones», señala José Antonio Núñez García, responsable del entrenamiento de los GEO españoles. Para ello, «es necesario desarrollar al máximo posible el umbral anaeróbico del individuo», añade.