

Urdampilleta, A. y Gómez-Zorita, S. (2015) Aspectos ergonutricionales e interacciones fármaco-alimentarias en el alpinismo / Nutritional Ergogenics Aspects And Drug-Food Interactions In Mountaineering. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, vol. 15 (58) pp. 387-404.  
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista58/artaspectos579.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista58/artaspectos579.htm)

## REVIEW / REVISIÓN

# ASPECTOS ERGONUTRICIONALES E INTERACCIONES FÁRMACO-ALIMENTARIAS EN EL ALPINISMO

## NUTRITIONAL ERGOGENICS ASPECTS AND DRUG-FOOD INTERACTIONS IN MOUNTAINEERING

Urdampilleta, A.<sup>1</sup> y Gómez-Zorita, S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doctorado en Educación en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Profesor en el Departamento de Fisiología. Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV-EHU). Profesor en el Centro de Enseñanza para el deporte, Kirolene. Gobierno Vasco. Asesor Nutricional y Deportivo. Nutriaktive. Vitoria-Gasteiz (España)  
[a.urdampilleta.kirolene@gmail.com](mailto:a.urdampilleta.kirolene@gmail.com)

<sup>2</sup> Doctorado en Farmacia y Ciencias de los Alimentos. Licenciada en Farmacia. Investigadora en el Departamento de Farmacia y Ciencias de los Alimentos. Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV-EHU) (España) [saioa.gomez@ehu.es](mailto:saioa.gomez@ehu.es)

**Código UNESCO / UNESCO code:** 3210 Medicina Preventiva / Preventive Medicine.

**Clasificación del Consejo de Europa / Council of Europe classification:** 11. Medicina del deporte / Sport medicine.

**Recibido** 18 de abril de 2012 **Received** April 18, 2012

**Aceptado** 30 de julio de 2013 **Accepted** July 30, 2013

### RESUMEN

Entre los principales factores limitantes del rendimiento en el alpinismo destacan el agotamiento de los depósitos de glucógeno muscular y catabolismo proteico elevado, desequilibrio hidroelectrolítico y Mal Agudo de Montaña (MAM). Ante esta situación de gran estrés que se vive en las altitudes elevadas y en estancias superiores a las 3 semanas, se hace imprescindible una óptima alimentación. Aún así, en ocasiones el MAM en los alpinistas es inevitable y en estos casos se hace uso de fármacos para afrontar dicha situación, que si no se realiza bajo un control riguroso, la suplementación puede poner en peligro la salud del alpinista por las posibles interacciones que se dan con los alimentos o ayudas ergonutricionales ingeridas.

**PALABRAS CLAVE:** alpinismo, nutrición, ayudas ergonutricionales, fármacos, interacciones.

## ABSTRACT

The main factors limiting climbing performance are the following: muscle glycogen depletion, increased protein catabolism, fluid and electrolyte imbalance and acute mountain sickness (AMS). In this situation of high stress at high altitudes and at stances longer than 3 weeks, the diet it is essential. In the case of AMS, it is also essential the use of drugs, if it is not used in proper conditions, such supplementation could endanger the health of the mountaineer because of the possible interactions with the food and the nutritional ergogenics aids.

**KEY WORDS:** mountaineering, nutrition, nutritional ergogenics sports, drugs, interactions.

## INTRODUCCIÓN

Cada vez son más turistas los que acuden a montañas elevadas, como al Aconcagua (monte más alto de Sudamérica, Argentina) o a hacer travesías a altas altitudes. Muchos de ellos, sin anteriormente tener experiencia en altas montañas antes de acudir a grandes altitudes (el 51% de los turistas que acuden a altas altitudes, no realiza trekking por encima de los 3000m de altitud) (Borm et al, 2011). Estas estancias inducen grandes cambios a nivel fisiológico, como el aumento de la frecuencia cardiaca, aumento de la presión arterial sistémica y pulmonar, hiperventilación, retención de líquidos, disminución de la saturación de hemoglobina (SaO<sub>2</sub>), entre otros (Napoli et al, 2009). Por las dificultades que entraña la situación de hipoxia, frío intenso y ejercitarse en condiciones de poca alimentación subir a grandes altitudes, hace que se recurra habitualmente a ayudas ergonutricionales o fármacos. Por ello, la información actualizada sobre la evidencia científica en referencia a las ayudas ergonutricionales y farmacológicas y posibles interacciones entre ellas, es de vital importancia.

A altas altitudes, sobre todo por encima de los 4000m, y según la susceptibilidad individual a la hipoxia, es habitual que disminuya el apetito y que haya pérdidas de peso considerables (Shukla et al, 2005; Urdampilleta y Martínez-Sanz, 2012). Sobre todo cuando se duerme por encima de 4000m, es habitual padecer MAM (Mal Agudo de Montaña), que se caracteriza por la aparición de síntomas como dolor de cabeza, mareos, náuseas, insomnio, fatiga generalizada y falta de apetito entre otros (Dumont et al, 2000). Aparece en montañeros sanos que ascienden montañas elevadas. Típicamente estos síntomas se desarrollan durante las primeras 6-10 horas de la ascensión (Hackett y Roach, 2001), y presentan un pico en el segundo o tercer día de la estancia. La incidencia del MAM es variable, pero relativamente alta. En altitudes entre los 4000-5800m afecta a un 67% de los sujetos, con un rango entre el 25 y el 100% (Dumont et al, 2000, Pesce et al, 2001; Wagner et al,

2006). Si el MAM no se controla adecuadamente, puede derivar en edema cerebral y riesgo de muerte. En esta situación, el alpinista no es consciente, esta desorientado y no coordina adecuadamente, llevando a fallos que pueden provocar un grave accidente (Schommer et al, 2011).

Las últimas investigaciones sugieren que un pre-acondicionamiento anterior a la ascensión en hipoxia intermitente, con un mínimo de 12 sesiones (2-4 sesiones/semana) realizando actividad física de carácter aeróbico-anaeróbica por encima de los 4000m de altitud, ayuda a prevenir el MAM (Hetzler et al, 2009; Urdampilleta et al, 2012). Así mismo, se ha demostrado que es un entrenamiento eficaz en diferentes deportes para mejorar la capacidad de recuperación (Millet et al, 2010; Urdampilleta et al, 2012).

Una situación de frío intenso, hipoxia y actividad física aeróbico-anaeróbica (escalada), hace que se estimen unas necesidades nutricionales de 4500-6000 kcal/día en las ascensiones (Koehler et al, 2011; Westerterp et al, 1994). También se han encontrado estudios que alegan un gasto de 3000 kcal/día (Mariscal-Arcas et al, 2010), pero han sido realizados en el campamento base (4000-4500m de altitud), donde los alpinistas suelen estar en reposo la mayor parte del tiempo, con la intención de aclimatarse a la altitud. Investigaciones más recientes estiman un gasto de 4944 kcal/día, con el inconveniente de que se produzcan pérdidas aproximadas de 10kg durante una expedición de unas 3 semanas, porque los alpinistas no realizan ingestas energéticas mayores a 2250 kcal/día (Koehle et al, 2011), lo que puede llevar a cierto grado de desnutrición (Urdampilleta y Martinez-Sanz, 2012).

Entre los principales factores limitantes del rendimiento en el alpinismo encontramos, el agotamiento de los depósitos de glucógeno muscular y catabolismo proteico elevado, desequilibrio hídroelectrolítico (Westerterp et al, 1994) así como el MAM.

Los objetivos de la presente revisión son: 1) analizar las situaciones nutricionales y de salud que se dan en la altitud, 2) buscar las ayudas ergonutricionales y farmacológicas que se utilizan habitualmente, 3) valorar las interacciones fármaco-nutricionales que se pueden dar, y 3) valorar los riesgos de estas interacciones en la salud de los alpinistas.

## **MÉTODO**

Diseño: Estudio descriptivo transversal de los trabajos recuperados de la revisión de la literatura biomédica acerca de la base científica sobre las necesidades nutricionales, ayuda ergonutricionales y fármacos utilizados en el alpinismo.

Fuente de obtención de datos: Las bases de datos utilizadas fueron Medlars Online International Literature (MEDLINE) via PubMed, EMBASE, Web of Knowledge, Institute for Scientific Information (ISI), The Cochrane Library Plus, International Pharmaceutical Abstracts (IPA) y SportDiscus.

Tratamiento de la información: Se estudiaron los artículos publicados en inglés y castellano. Se seleccionaron y revisaron los artículos publicados desde enero de 2002 hasta febrero de 2013 (momento de la última actualización). Se utilizaron las siguientes palabras clave en habla española e inglesa según el estudio del Thesaurus, Medical Subject Headings (MeSH), desarrollado por la U.S. National Library of Medicine: “mountaineering”, “mountainering AND nutrition”, “nutritional ergogenics AND sports”, “drug” “interactions”. Al no encontrar apenas artículos sobre interacciones fármaco-alimentarias con las palabras clave utilizadas, de los artículos encontrados, se utilizó la estrategia de bola de nieve para aumentar la cantidad de información.

Selección de los artículos: En total se encontraron 305 artículos analizando al final estudios realizados en humanos (101).

## **PÉRDIDA DE PESO CORPORAL Y CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN ASCENSIONES A ALTAS MONTAÑAS**

A altas altitudes se produce **pérdida de apetito**, y se suprime en parte la percepción de los sabores. El efecto de esta anorexia es la pérdida de peso corporal a partir de los 4000 metros de altitud, aunque existe variabilidad al respecto (Westerterp et al, 2001). Se cree que la anorexia puede estar inducida por los cambios en los niveles hormonales, que se experimentan en altitud, especialmente disminución de los niveles plasmáticos de leptina (Zaccaria et al, 2004), y el incremento de la colecistocinina plasmática (Bailey et al, 2000).

Otro hecho que parece estar involucrado consiste en el incremento de la insulinemia durante la primera semana, que vuelve a sus niveles normales tras 15 días de estancia. Así mismo estos sujetos presentan hiperglucemia (Shavney et al, 1991), por lo que demuestra cierta resistencia a la insulina transitoria que se puede deber al incremento del cortisol y de las catecolaminas (Larsen et al, 1997). Esto puede disminuir la utilización de glucosa y lípidos como fuente de energía, produciéndose un gran catabolismo protéico (Urdampilleta y Martínez-Sanz, 2012). Sin embargo Larsen y colaboradores (2004) observaron que dos días a alta altitud eran suficientes para que el organismo revirtiera la hiperinsulinemia inicial.

Por otro lado, junto a la pérdida de apetito, la escasa ingesta de energía en relación con el elevado gasto energético parece ser otro punto clave en la pérdida de peso (Koehler et al, 2011), así como otros condicionantes como el frío intenso, la actividad física intensa y la hipoxia, aumentan el gasto calórico en reposo y durante la propia actividad física (Kechijan, 2011).



Figura 2: Causas que justifican los riesgos médico-nutricionales en las ascensiones a altas montañas y en el alpinismo (elaboración propia)

## LA ALIMENTACIÓN EN LAS ASCENSIONES A GRANDES MONTAÑAS

En las ascensiones duras como supone un 8000m y una estancia media de 4 semanas, se produce un déficit energético que lleva a una desnutrición proteica y a la disminución de las proteínas plasmáticas en el alpinista. Esto hace que los alpinistas sean más susceptibles a padecer edemas, ya que disminuye la presión oncótica, mantenida por las proteínas plasmáticas (Bourrilhon et al, 2010). Es por ello, que durante este tipo de estancias, se observan casos de edema en la cara, manos o peor aún, edema cerebral o pulmonar (Bourrilhon et al, 2010).

Es por ello la importancia de la **ingesta proteica**, se recomienda una ingesta de 1,2-1,4g de proteínas por kg de peso corporal en los deportistas de resistencia y de 1,7 g en deportes de fuerza (Urdampilleta et al, 2012). No obstante en estas situaciones, puede resultar más interesante tomar más hidratos de carbono (HC), para no activar el ciclo de glucosa-alanina y llevar al organismo al catabolismo proteico, situación que se suele dar en altas altitudes. Por otra parte, puede ser interesante la ingesta tras la actividad física en la montaña de proteínas de alta calidad biológica y de rápida absorción. En este sentido, el suero de proteína puede ser ideal, para que la absorción sea lo más rápida posible y parar cuanto antes el gran catabolismo proteico que se produce durante la actividad a grandes altitudes. Respecto a la forma de

ingerirlo, los hidrolizados de proteína resultan ser los más adecuados, incluso mejores que los propios aminoácidos de manera individual (Urdampilleta et al, 2012).

**Hay que tener en cuenta la calidad de ácidos grasos que se ingieren en la dieta**, ya que tienen gran importancia en la salud y en el estado nutricional. La toma de ácidos grasos saturados (AGS) y poliinsaturados (AGP) puede ser perjudicial, si sobrepasan el 20% de la ingesta calórica total de la dieta. Los AGS provocan un aumento de los niveles de colesterol total y los AGP (excepto ácidos grasos omega-3), son más susceptibles sufrir peroxidación lipídica lo que puede llevar a un mayor estrés oxidativo en el organismo, y en el alpinismo de por si están aumentados estos procesos (Fisher-Wellman et al, 2009). Con lo cual, los ácidos grasos monoinsaturados (AGM) son los más recomendables tanto para el colectivo deportivo como para el alpinismo, sin olvidarnos de los ácidos grasos omega-3 tal y como se expondrá posteriormente (De Rosa y Luluaga, 2011). Es por ello que se podría recomendar llevar como alimento básico a la montaña el aceite de oliva u otros frutos secos como almendras, ricas en AGM.

El **déficit de sodio** en el organismo puede ser un factor desencadenante de hiponatremia. Las altas ingestas de agua que se requieren en esta actividad, hace que si no se beben suficientes sales junto a la bebida (recomendable tomar bebida isotónica, con proporciones adecuadas de sales e HC) (Palacios et al, 2008), puede desencadenar una hiponatremia.

En estados hipóxicos, la eritropoyetina (EPO) aumenta, especialmente en los primeros 3-7 días de aclimatación. Si se aporta la cantidad suficiente de hierro dietético, este podrá intervenir directamente en la síntesis de nuevos glóbulos rojos (Smith et al, 2011). Un aumento de hierro en la dieta (o farmacológico en el caso que lo requiera) no mejora el rendimiento deportivo de atletas sin déficit de hierro. No obstante los alpinistas en las expediciones superiores a las 3 semanas, son un colectivo de riesgo de sufrir déficit (Beard y Tobin, 2000). Además, un estudio demostró que su suplementación en deportistas no deficitarios estaba asociado a la mejora de la fatiga muscular (Brutsaert et al, 2003). Es importante ir a las expediciones con elevadas reservas de hierro, así como en las estancias superiores a las 2 semanas, seguir estrategias dietético-nutricionales y/o llevar suplementos de hierro farmacológico. Esto se debe a las necesidades más elevadas que tiene el organismo al exponerse a altitudes elevadas (hipoxia) y a tener mayores necesidades energéticas y de nutrientes por el gran esfuerzo fisiológico que supone una expedición.

Las **vitaminas liposolubles** serán otro problema para el alpinista, especialmente la vitamina E, debido nuevamente al déficit energético y alimentos pocos grasos. Para solventar dicho problema, se recomienda hacer una carga de vitaminas liposolubles antes de acudir a la montaña. Al ser liposolubles, se pueden almacenar en el tejido graso, no como las hidrosolubles que se deben de tomar diariamente (Kechijan, 2011). Estudios recientes sugieren que la altura puede causar una deficiencia en la respuesta

antioxidante de adaptación (Mariggio et al, 2010), aconsejando tomar vitamina E durante 3-4 semanas (200-400 IU/día). La vitamina C al ser hidrosoluble se debe tomar a diario en la misma montaña, además es útil para ayudar a la absorción del hierro no hemo (Urdampilleta et al, 2010).

## AYUDAS ERGONUTRICIONALES CIENTÍFICAMENTE JUSTIFICADAS PARA LOS DEPORTES DE RESISTENCIA

Entre los objetivos de las ayudas ergonutricionales en el alpinismo, destacan la potenciación de alguna cualidad físicas especialmente la resistencia aeróbica, disminución de la fatiga, control del peso corporal, aceleración de la recuperación del organismo e incremento del rendimiento deportivo en definitiva (Garnés y Mas, 2005).

Lo único que está claramente evidenciado, es que una hidratación adecuada mediante **bebidas isotónicas** en los deportes de resistencia es la mejor ayuda ergonutricional (Clarke et al, 2011, Kreider et al, 2010). Por lo tanto es un aspecto crucial para el aumento del rendimiento en el alpinismo, y no solo esto, sino que es un aspecto clave para mantener la salud. Las bebidas isotónicas, según varias investigaciones deberían seguir una serie de características que están consensuadas (Palacios et al, 2008):

**Tabla 1.** Características de las bebidas isotónicas en los deportes de resistencia de larga duración (elaboración propia).

	Mínima cantidad	Máxima cantidad
Volumen (ml)	500	1000
Azucares (%)	4	8
Tipo de azucares	Lo mejor es la mezcla de azucares: glucosa, fructosa y maltodextrina	Que la fructosa no supere el 40% de los azucares totales
Sales	Na <sup>+</sup> (0,5g/l)	Na <sup>+</sup> (1g/l)
Temperatura(°C)	15	20
Frecuencia de las tomas (minutos)	15	30
<b>Observaciones</b>	-Cuando se ejercita a temperaturas por encima de 30°C, es recomendable añadir cubitos de hielo para mantener fresca la bebida y que sea más apetecible su toma. -Que la bebida sea palatable es crucial para que el alpinista pueda seguir bebiendo suficiente bebida. -Cuanto mayor sea la necesidad de hidratarnos, más es recomendable bajar la concentración de azucares al 4%, y aumentar las sales (0,7-1 g/l) para así evitar una hiponatremia.	

La hiperhidratación inducida por el **glicerol** ha demostrado que puede aumentar el rendimiento de resistencia en situaciones extremas (altitud, calor y humedad relativa elevadas) ya que puede mantener una pérdida de peso inferior al 2% (Goulet, 2010). Esto se debe a que induce reabsorción renal de agua, lo cual resulta interesante especialmente en los deportes de resistencia de larga duración. Además, en el alpinismo la disponibilidad de agua está

limitada y los requerimientos son mayores por la hipoxia. No obstante, no se ha evidenciado que aumente el rendimiento en deportes de resistencia, aunque sí ayuda a alargar los posibles procesos de deshidratación y aumento de la temperatura corporal, y es por ello que podría ser tomada como ayuda ergonutricional en el alpinismo.

De todos los suplementos encontrados en la literatura científica, se ha respaldado la eficacia ergonutricional de: **cafeína** (en deportes aeróbicos y anaeróbicos), **bicarbonato sódico** (deportes anaeróbicos que compiten entre 1-8' de duración al VO<sub>2</sub>max), **creatina** (deportes explosivos e intermitentes como los de equipo), y sin lugar a duda, siendo los más eficaces como anteriormente hemos comentado, en los deportes de resistencia aeróbica, las **bebidas isotónicas** (Bishop, 2010; Kreider et al, 2010; Ranchordas et al, 2012). En el alpinismo, las bebidas isotónicas tienen la mayor eficacia.

La evidencia no está aún tan clara sobre la ingesta de L-alanina y calostro. Tampoco lo está la ingesta de ribosa, β-hidroxi-β-metilbutirato o **aminoácidos de cadena ramificada (aaR)**, aunque respecto a los aaR decir que se está comprobando su eficacia en la recuperación muscular (Urdampilleta et al, 2012). Estas tres últimas ayudas ergonutricionales únicamente han sido probadas en atletas bien entrenados (Ranchordas et al, 2012; Rodriguez et al, 2009), con lo que deberíamos ser cautelosos en sujetos no entrenados.

Están investigándose profundamente la suplementación con L-arginina (Alvares et al, 2011; Kern y Robinson, 2011) y **omega-3** (Filaire et al, 2011) por sus efectos inmunomoduladores y vasodilatadores, los cuales pueden resultar interesantes para el rendimiento y la salud del alpinista. Los efectos vasodilatadores y las posibles mejoras del rendimiento también están investigándose con los precursores del **óxido nítrico (ON)** (L-alanina y nitrato) (Bescos et al, 2011). La vasodilatación a nivel sistémico, aumenta la oxigenación de los tejidos y lleva a los mismos mayor cantidad de nutrientes. No obstante cabe mencionar que la propia hipoxia estimula la síntesis de óxido nítrico.

Los suplementos de ácidos grasos **omega-3** están cada vez más en boga en el deporte, disminuyen la inflamación (Machado y Tavares, 2004), producen vasodilatación (Simopoulos, 2007) y disminuyen la ansiedad competitiva (Ferraz et al, 2011), entre otros efectos. Dicho suplemento podría suponer una ayuda ergonutricional en el alpinismo, por cubrir las necesidades mínimas nutricionales así como por sus efectos vasodilatadores.

Algunos autores recomiendan suplementes ergonutricionales para afrontar el MAM, como el **ginkgo biloba** (ginkgo). Un ensayo clínico de en 26 individuos encontró que el uso del ginkgo empezando el día anterior a un ascenso rápido reducía de manera significativa los síntomas del MAM (Gertsch et al, 2002). No obstante, no está consensuado internacionalmente su uso.

La **glutamina** ha sido ampliamente estudiada en el campo del deporte, ya que los niveles decrecen en estados de sobreentrenamiento, que se asocia a un aumento en los niveles de cortisol y a una disminución de las defensas. No obstante, no se ha demostrado con suficiente rigor si el aumento de este aminoácido puede potenciar el sistema inmunológico (Phillips, 2007). Por cuestiones de prevención podría estar justificada su suplementación en estancias superiores a 3 semanas, ya que una disminución de esta, disminuye el rendimiento.

Un ensayo a doble ciego, con 18 alpinistas que escalaron al campamento base del Monte Everest, se observó que el uso de un suplemento antioxidante (que proporciona **1000 mg de vitamina C, 400 IU de vitamina E y 600 mg de ácido lipoico** diariamente) mejoraba el MAM (Bailey y Davies, 2001). El tratamiento se inició tres semanas antes del ascenso y continuó durante los 10 días de escalada. No obstante, las últimas investigaciones no han consensuado que los antioxidantes mejoren el MAM (Baillie et al, 2009).

Respecto a las ayudas ergonutricionales, un meta análisis realizado sobre el efecto placebo de estas ayudas en el deporte, alega que el efecto placebo puede ser el responsable de la mejora del rendimiento en la mayoría de los casos y que los estudios de ergonutrición deberían ser estudios de doble ciego y en situaciones reales de competición, en la que se mezclan los factores psicobiológicos que influyen en el rendimiento final (Beedie y Foad, 2009).

## FÁRMACOS PARA EL ALPINISMO

Para hacer frente al MAM muchos alpinistas utilizan fármacos (**acetazolamida, ibuprofeno** y especialmente **ácido acetilsalicílico** para evitar el dolor de cabeza, inducido por el MAM) con la intención de evitar o enmascarar la respuesta natural del organismo y por tanto poder continuar con la ascensión. Es el riesgo que tienen los utilizar fármacos. Tenemos que entender que en el alpinismo, tanto por la altitud, desnutrición o por el frío intenso la eficacia de las ayudas ergonutricionales o fármacos puede variar considerablemente, por ello no se deben utilizar estas ayudas si no está demostrada científicamente su eficacia y aún así utilizarlas cautelosamente, ya que el entorno en las montañas de gran altitud cambia considerablemente.

La **efedrina** estimula el sistema nervioso simpático causando vasoconstricción en la mucosa nasal. La efedrina y pseudoefedrina tienen la capacidad de dilatar los conductos bronquiales y por ello se utilizan cuando hay problemas en las vía respiratorias altas. A la vez pueden estimular el corazón, mejoran el desarrollo muscular de los atletas, promoviendo la desaparición de grasa. La efedra eleva los receptores adrenérgicos incrementando el ritmo metabólico y el consumo calórico. El resultado neto es la liberación de ácidos grasos desde los adipocitos y un consumo más rápido de triglicéridos para generar energía. Se ha prohibido por sus efectos en la mejora de rendimiento en el deporte, aunque los estudios sobre su eficacia son contradictorios (Chu et al, 2002; Gillies et al, 1996). El efecto mínimo que puede ofrecer la efedrina lo

podría aportar la cafeína (Hodges et al, 2006) y con menos efectos secundarios, con lo cual su uso no estaría justificado en el alpinismo.

El **glicofosfopeptical o AM3** (inmunoférón®), es un inmunomodulador de naturaleza polisacáridica, con un efecto importante sobre la respuesta inmunoinflamatoria. Es capaz de aumentar la respuesta efectora de células implicadas en la respuesta antiinfecciosa (Pradas de la fuente, 2009). Este inmunomodulador resulta interesante para los deportes de resistencia y para el alpinismo ya que la hipoxia, el balance energético negativo, el frío y la actividad física intensa aumentan los niveles de cortisol empeorando el sistema inmunitario (Cordova, 2010).

La administración de **glucocorticoides** (por sus efectos antiinflamatorios y aumento lipolítico) está prohibido por la AMA durante la competición. La creciente evidencia ha demostrado que a corto plazo mejora el rendimiento deportivo. Sin embargo se asocia a numerosos riesgos para la salud (Duclos, 2010), tiene efecto preferentemente supresor del sistema inmunológico (Pradas de la fuente, 2009). Dentro de los corticoides, la **dexametasona** es el más utilizado para el tratamiento del MAM.

Parece ser que el fármaco más eficaz para afrontar el MAM es la **acetozalamida** (Edemox) (Luks et al, 2010). El Ibuprofeno y el ácido acetilsalicílico, se utilizan para el dolor de cabeza que genera el MAM. La acetozalamida puede mejorar la oxigenación cerebral en las estancias a altitudes elevadas y en consecuencia mejorar las capacidades psicomotoras y de toma de decisiones en momentos puntuales (Vuyk et al, 2006). No obstante, su uso está limitado a la preaclimatación (sobre todo en ascensiones rápidas como pueden ser montañas de los Andes, no los 8000m), ya que una vez aclimatado a la altitud no es efectivo.

La **nipedifino** o el sildenafil (viagra), **salmeterol**, o **inhibidores de fosfodiesterasa** (Luks et al, 2010) han resultado eficaces para el tratamiento del edema pulmonar, así como el **óxido nítrico** inhalado (Bailey et al, 2010; Duplain et al, 2000). Por otra parte, las últimas investigaciones también han observado que el **ibuprofeno** puede ser muy eficaz para la cefalea (Gertsch et al, 2010).

**Tabla 2.** Nutrientes, ayudas ergonutricionales y fármacos utilizados en el alpinismo (elaboración propia).

Nutrientes básicos	Ayudas Ergonutricionales	Fármacos
Hidratos de Carbono	Bebida Isotónica	Acetozalamida
Proteínas: -Suero	Cafeína	Ácido acetilsalicílico
Lípidos -AGM	Glicerol	Paracetamol
Hierro hemo/ no hemos	aaR	Ibuprofeno
Vitamina C	Precursores del ON	Hierro farmacológico
Vitamina E	<i>Ginkgo Biloba</i>	Vitaminas C y E
Omega 3	<i>Guaraná</i>	Dexametasona
Ácido lipico	<i>Panax Ginseng</i>	Sildenafil
Magnesio	<i>Efedra</i>	Salmeterol
Referencias		
Beard et al, 2000; Bourrilhon et al, 2010; De Rosa, 2011; Fisher-Wellman et al, 2009; Kechijan, 2011; Mariggio et al, 2010; Smith et al, 2011	Bailie, 2009; Bescós, 2011; Birshop et al, 2010; Clarke et al, 2011; Garnés et al, 2005; Getsh et al, 2002; Goulet et al, 2010; Kreider et al, 2010; Palacios et al, 2008; Ranchordas et al, 2012; Rodriguez et al, 2009.	Bailei et al, 2010; Chu et al, 2002; Cordova et al, 2010; Diclos, 2010; Getsch et al, 2010; Hodger et al, 2006; Luks et al, 2010; Vuyk et al, 2006

## INTERACCIONES DE LAS AYUDAS ERGONUTRICIONAL Y NUTRIENTES CON LOS FÁRMACOS UTILIZADOS EN EL ALPINISMO

Resulta interesante investigar las interacciones de diferentes ayudas ergonutricionales o fármacos en este ámbito (Kreider et al, 2010). No obstante apenas hay estudios sobre interacciones en el ámbito deportivo a pesar de las numerosas ayudas ergonutricionales que se emplean. Informes anecdóticos sugieren que en diferentes deportes, los atletas suelen ingerir más de un suplemento dietético y muy poco se sabe sobre los posibles efectos adversos de la ingesta concomitante de múltiples suplementos (Bishop, 2010).

Algunas ayudas ergonutricionales eficaces como la **cafeína**, por su efecto diurético y su efecto sobre el sistema nervioso central, a grandes dosis (por encima de 500mg) puede ser perjudicial, como en ambientes calurosos o de gran humedad relativa (Roelands et al, 2011). Así se debe conocer que el uso de cafeína junto con otros diuréticos (por ejemplo la acetozalamida habitualmente tomada la alta montaña) puede ser perjudicial para el rendimiento deportivo, al ser la deshidratación un factor limitante, por el aumento de la temperatura corporal y por el mayor trabajo a nivel cardiovascular que implica.

Respecto a la cafeína, su toma con zumo de pomelo o con alcohol aumenta su biodisponibilidad (Pardo et al, 2007). Así la cafeína puede interactuar también con el eleuterococo, dándose un efecto aditivo, y con la efedra (Boletín de la tarjeta amarilladle las farmacias). Por otro lado, la carne carbonizada así como algunas crucíferas disminuyen sus concentraciones plasmáticas. A su vez, aumenta la absorción y biodisponibilidad de otros fármacos como el paracetamol, ácido acetilsalicílico y ergotamina y por lo tanto su efecto analgésico (Pardo et al, 2007). Además, el guaraná interfiere con la cafeína disminuyendo un 30-50% el aclaramiento renal de esta (Brinker, 2001).

De todas estas sustancias que pueden interactuar con la cafeína, el fármaco más utilizado en la montaña el ácido acetilsalicílico (curiosamente esta se vende también junto a dosis moderadas de cafeína, 50mg). A la vez el paracetamol también se utiliza para el dolor de cabeza causado por el MAM, es por ello que cuando lo ingerimos a la vez, se debería tomar menor cantidad de cafeína, al aumentar su biodisponibilidad.

Respecto a la **suplementación del hierro farmacológico** (hierro no hemo), decir que interactúa negativamente con el calcio, zinc, fibra insoluble (salvado de cereales integrales), fitatos (cereales integrales, frutos secos o legumbres), tanatos (café o té), polifenoles (verduras, legumbres, frutas, frutos secos y bebidas como el té, vino tinto, ciruela, cerveza, cacao, café) y ciertas proteínas lácteas como la caseína. De la misma manera son favorecedores de su absorción la vitamina C, vitamina A, fructooligosacaridos (FOS) o ciertos aminoácidos de origen cárnico (Urdampilleta et al, 2010).

El **Ginkgo Biloba** puede interactuar con el ajo (muy empleado en expediciones) y la vitamina E (aceite de girasol) en el mismo sentido. Sin embargo no se ha encontrado evidencia científica de que el ajo interactúe con los antiinflamatorios no esteroideos (AINE). La toma crónica de ácido acetilsalicílico a dosis elevadas, debe llevar consigo un incremento de la ingesta de vitamina C y ácido fólico (verduras, legumbres) y limitar por si acaso el consumo de ajo, jengibre, *Ginkgo Biloba*, castañas y alimentos ricos en cafeína, así como evitar la ingesta de alcohol (Vademecum).

Las perlas de **omega 3**, pueden llevar a interacciones negativas por ejemplo con anticoagulantes y antiagregantes plaquetarios como el ácido acetilsalicílico, ajo, jengibre, *Ginkgo Biloba* y Ginseng entre otros, por lo que se debe tener cuidado. Además pueden disminuir los niveles de vitamina E, aunque la causa es desconocida. No obstante no se ha encontrado ninguna otra interacción con alimentos (Medlineplus). En el alpinismo suele ser habitual la toma de vasodilatadores como perlas de ajo, omega 3, además de otros fármacos antiagregantes plaquetarios como la aspirina, y esto podría llevar a problemas en casos de herida o causar hemorragias internas.

El **ibuprofeno** al igual que el **ácido acetilsalicílico** se deben tomar con alimentos ya que disminuyen la irritación gástrica y en cuanto a la limitación de alimentos las recomendaciones son similares que para el ácido acetilsalicílico

(Anderson et al, 2008). Así mismo, se ha visto que la vitamina E, puede incrementar el efecto antiagregante del ácido acetilsalicílico.

Los **corticoides** inducen los enzimas hepáticos y por tanto si se administra con acetaminofén (paracetamol) se ve incrementada la formación de metabolitos hepatotóxicos. Su uso concomitante con AINE aumenta el riesgo de úlceras y sangrado. Por otro lado su uso con esteroides o con comidas ricas en sodio aumenta el riesgo de hipertensión arterial y edemas. Así mismo los antiácidos disminuyen la absorción de prednisona y dexametasona, dos glucocorticoides muy utilizados en el alpinismo que por tanto no deberían mezclar con antiácidos (USPDI, 2003). El uso de diuréticos disminuye el efecto de ambos fármacos, con lo cual no se recomienda mezclar en la montaña, la dexametasona con la acetozalamida. Por último, decir que su uso aumenta los requerimientos de ácido fólico (USPDI, 2003).

**Tabla 3.** Algunas interacciones entre los nutrientes, ayudas ergonutricionales y fármacos utilizados en el alpinismo (elaboración propia)

Nutrientes básicos	Ayudas Ergonutricionales	Fármacos	Referencias*
AG Omega-3	Ginkgo Biloba	Ácido acetilsalicílico (-)	Bisshop, 2010; Kreider et al, 2010; vademecum
Zumo de pomelo	Cafeína	Ácido acetilsalicílico (-) Paracetamol (-) Ibuprofeno	Anderson, 2008; Brinker, 2001; Pardo, 2007; Roelands et al, 2011
Hierro		Vitamina C (+)	Urdampilleta et al, 2010
	Efedra	Acetozalamida (-)	
Sal de frutas	Bicarbonato sódico	Antiácidos-corticoides (-) Diuréticos-corticoides	USPDI, 2003

\*Boletín tarjeta amarilla farmacias y vademécum.

## CONCLUSIONES

- A grandes altitudes la gravedad del MAM repercute en el apetito y en la ingesta alimentaria en los alpinistas.
- Se debe prestar especial atención a la utilización fármacos para el MAM, ya que pueden ocultar los síntomas habituales del MAM y en consecuencia se puede seguir ascendiendo hasta el momento en el que organismo no puede aclimatarse a la altitud.

- La suplementación nutricional con vitamina E antes de la estancia y la toma de hierro y vitamina C durante la actividad alpinística resulta crucial.
- Como suplementos ergonutricionales, las bebidas isotónicas, el glicerol, cafeína, aaR, los AG omega 3 y el *Ginkgo Biloba*, pueden resultar eficaces.
- Se utilizan suplementos (*Ginkgo Biloba*), diuréticos, analgésicos y en último término corticoides para hacer frente al MAM, así como inmunomoduladores. La acetozalamida ha resultado ser el fármaco más eficaz para prevenir el MAM.
- En estados de desnutrición, las interacciones entre nutrientes-ayuda ergonutricionales y fármacos pueden ser mayores, siendo las más peligrosas las que se dan entre suplementos vasodilatadores (omega3, ginkgo biloba, perlas de ajo, precursores de ON y ácido acetilsalicílico).
- No se recomienda mezclar diuréticos (acetozalamida) y corticoides (prednisona o dexametasona).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Álvares TS, Meirelles CM, Bhambhani YN, Paschoalin VM, Gomes PS. L-Arginine as a potential ergogenic aid in healthy subjects. *Sports Med.* 2011;41(3):233-48.
2. Anderson J, Roach J. Nutrient-drug interactions and food. *Food and nutrients series.* 2008;9 361.
3. Bailey DM, Davies B (2001). Acute mountain sickness; prophylactic benefits of antioxidant vitamin supplementation at high altitude. *High Alt Med Biol*;2:21 -9.
4. Bailey DM, Davies B, Milledge JS, Richards M, Williams SRP, Jordinson M, Calam J. Elevated plasma cholecystokinin at high altitude: metabolic implications for the anorexia of acute mountain sickness. *High Altitude Medicine & Biology*, 2000; 1(1):9-23.
5. Bailey DM, Dehnert C, Luks AM, Menold E, Castell C, Schendler G. High-altitude pulmonary hypertension is associated with a free radical-mediated reduction in pulmonary nitric oxide bioavailability. *J Physiol.* 2010;588(Pt 23):4837-47.
6. Baillie JK, Thompson AA, Irving JB, Bates MG, Sutherland AI, Macnee W. Oral antioxidant supplementation does not prevent acute mountain sickness: double blind, randomized placebo-controlled trial. *QJM*,2009;102(5):341-8.
7. Beard J, Tobin B. Iron status and exercise. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(2):594S-7S.
8. Beedie CJ, Foad AJ. The placebo effect in sports performance: a brief review. *Sports Med.* 2009; 39(4):313-29.

9. Bescos R, Rodriguez FA, Iglesias X, Ferrer MD, Iborra E, Pons A. Acute Administration of Inorganic Nitrate Reduces V̇O<sub>2</sub>peak in Endurance Athletes. *Medicine, science in sports and exercise*. 2011;43(10):1979-86.
10. Bishop D. Dietary supplements and team-sport performance. *Sports Med*. 2010;40(12):995-1017.
11. Borm N, Van Roo JD, Pesce C, Courtney DM, Malik S, Lazio MP. Prior altitude experience of climbers attempting to summit aconcagua. *High Alt Med Biol*. 2011;12(4):387-91.
12. Bourrilhon C, Lepers R, Philippe M, Beers PV, Chennaoui M, Drogou C. Influence of protein- versus carbohydrate-enriched feedings on physiological responses during an ultraendurance climbing race. *Horm Metab Res*. 2010; 42(1):31-7.
13. Brinker F. Herb and drug contraindication and interaction, 2. A ed. Sandy, Ore: Ecleric institute, inc; 2001.
14. Brutsaert TD, Hernandez-Cordero S, Rivera J, Viola T, Hughes G, Haas JD. Iron supplementation improves progressive fatigue resistance during dynamic knee extensor exercise in iron-depleted, nonanemic women. *Am J Clin Nutr*. 2003;77(2):441-8.
15. Centro regional de farmacovigilancia de Castilla y León. Interacciones entre plantas medicinales y medicamentos. *Boletín de la tarjeta amarilla*. 2006;22:1-3.
16. Chu KS, Doherty TJ, Parise G, Milheiro JS, Tarnopolsky MA. A moderate dose of pseudoephedrine does not alter muscle contraction strength or anaerobic power. *Clin J Sport Med*. 2002;12(6):387-390.
17. Clarke ND, Maclaren DP, Reilly T, Drust B. Carbohydrate ingestion and pre-cooling improves exercise capacity following soccer-specific intermittent exercise performed in the heat. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(7):1447-55.
18. Córdova A. Los inmunomoduladores frente a la inflamación y daño muscular originados por el ejercicio. *Apunts Med Esport*. 2010;45(168):265-70.
19. De Rosa J, Luluaga S. La Dieta Mediterránea. Prevención Cardiovascular "Al Alcance de la Mano". *Rev Fed Arg Cardiol*. 2011;40(4):316-22.
20. Drug information for the health care professionals (USPDI). 23 a. ed. USA: Rand Mc Nally; 2003.
21. Duclos M. Glucocorticoids: a doping agent?. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2010;39(1):107-26.
22. Dumont L, Mardirosoff C, Tramer MR. Efficacy and harm of pharmacological prevention of acute mountain sickness: quantitative systematic review. *BMJ*. 2000; (321): 267-272.
23. Duplain H, Sartori C, Lepori M, Egli M, Allemann Y, Nicod P, Scherrer U. Exhaled nitric oxide in high-altitude pulmonary edema: role in the regulation of pulmonary vascular tone and evidence for a role against inflammation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000; 162:221-24.
24. Ferraz AC, Almendra RG, Sonagli M, Borges C, Araujo P. Chronic ω-3 fatty acids supplementation promotes beneficial effects on anxiety, cognitive and depressive-like behaviors in rats subjected to a restraint stress protocol. *Behav Brain Res*. 2011;16;219(1):116-22.

25. Filaire E, Massart A, Rouveix M, Portier H, Rosado F, Durand D. Effects of 6 weeks of n-3 fatty acids and antioxidant mixture on lipid peroxidation at rest and postexercise. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(8):1829-39.
26. Fisher-Wellman K, Bloomer RJ. Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. *Dynamic Medicine.* 2009;8(1):1-25.
27. Garnés AF, Mas OC. Ayudas ergogénicas en el deporte. *Efdeportes.* 2005;10(86).
28. Gertsch JH, Seto TB, Mor J. Ginkgo biloba for the prevention of severe acute mountain sickness (AMS) starting one day before rapid ascent. *High Alt Med Biol.* 2002;3:29-37.
29. Gertsch JH, Lipman GS, Holck PS, Merritt A, Mulcahy A, Fisher RS. Prospective, double-blind, randomized, placebo-controlled comparison of acetazolamide versus ibuprofen for prophylaxis against high altitude headache: the Headache Evaluation at Altitude Trial (HEAT). *Wilderness Environ Med.* 2010; 21(3):236-43.
30. Gillies H, Derman WE, Noakes TD, Smith P, Evans A, Gabriels G. Pseudoephedrine is without ergogenic effects during prolonged exercise. *J Appl Physiol.* 1996;81(6):2611-7.
31. Gómez-Zorita S y Urdampilleta A. Influencia de la dieta y la actividad físico-deportiva sobre el efecto de los fármacos *Revista Española de Medicina del Deporte.* 2013; 30(1):34-42.
32. Goulet ED. Glycerol-induced hyperhydration: a method for estimating the optimal load of fluid to be ingested before exercise to maximize endurance performance. *J Strength Cond Res.* 2010;24(1):74-8.
33. Hackett P H, Roach R C. High-altitude illness. *N Engl J Med.* 2001; (345): 107-114.
34. Hetzler RK, Stickley CD, Kimura IF, LaBotz M, Nichols AW, Nakasone KT et al. The effect of dynamic intermittent hypoxic conditioning on arterial oxygen saturation. *Wilderness Environ Med Spring* 2009; 20:26-32.
35. Hodges K, Hancock S, Currell K, Hamilton B, Jeukendrup AE. Pseudoephedrine enhances performance in 1500-m runners. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(2):329-33.
36. Kechijan D. Optimizing nutrition for performance at altitude: a literature review. *J Spec Oper Med, Winter.* 2011; 11(1):12-7.
37. Kern BD, Robinson TL. Effects of  $\beta$ -alanine supplementation on performance and body composition in collegiate wrestlers and football players. *J Strength Cond Res.* 2011,;25(7):1804-15.
38. Koehler K, Huelsemann F, de Marees M, Braunstein B, Braun H, Schaezner W. Case study: simulated and real-life energy expenditure during a 3-week expedition. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2011;21(6):520-6.
39. Kreider RB, Wilborn CD, Taylor L, Campbell B, Almada AL, Collins R. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr.* 2010;2:7.
40. Larsen JJ, Hansen JM, Olsen NV, Galbo H, Dela F. The effect of altitude hypoxia on glucose homeostasis in men. *The journal of physiology,* 1997; 504(1):241-9.

41. Legaz Arrese A. Atletismo Español: Análisis básico de la pseudoanemia, anemia ferropénica y anemia megaloblástica. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* 2000;1(1):65-83.
42. Luks AM, McIntosh SE, Grissom CK, Auerbach PS, Rodway GW, Schoene RB. Wilderness Medical Society (2010). Wilderness Medical Society consensus guidelines for the prevention and treatment of acute altitude illness. *Wilderness Environ Med.* 2010;21(2):146-55.
43. Machado PM, Tavares MG. Dietary long-chain omega-3 fatty acids and anti-inflammatory action: potential application in the field of physical exercise. *Nutrition.* 2004;20(2):243.
44. Mariggiò MA, Falone S, Morabito C, Guarnieri S, Mirabilio A, Pilla R. Peripheral blood lymphocytes: a model for monitoring physiological adaptation to high altitude. *High Alt Med Biol, Winter.* 2010;11(4):333-42.
45. Mariscal-Arcas M, Carvajal C, Monteagudo C, Lahtinen J, Fernandez de Alba MC, Feriche B. Nutritional analysis of diet at base camp of a seven thousand-metre mountain in the himalayas. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte.*2010; 3(4):127-132.
46. Medline Plus [portal en internet]. Disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/>
47. Millet GP, Roels B, Schmitt L, Woorons X, Richalet JP. Combining hypoxic methods for peak performance. *Sports Med.* 2010;40(1):1-25.
48. Napoli AM, Milzman DP, Damergis JA, Machan J. Physiologic affects of altitude on recreational climbers. *Am J Emerg Med.* 2009; 27(9):1081-4.
49. Palacios N, Franco L, Manonelles P, Manuz B, Villgas JA. Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos. Documento de consenso de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Revista Esp Med Deport.*2008; 15(126): 245-258.
50. Pardo R, Alvarez Y, Barral D, Farré M. Cafeína: un nutriente, un fármaco, o una droga de abuso. *Adicciones.* 2007;19(3): 225-38.
51. Pesce C, Leal C, Pinto H, Gonzalez G, Maggiorini M, Schneider M, Bartsch P. Determinants of acute mountain sickness and success on Mount Aconcagua (6962 m). *High Alt Med Biol* 2005; (6): 158-166.
52. Phillips GC. Glutamine: the nonessential amino acid for performance enhancement. *Curr Sports Med Rep.* 2007;6(4):265-8.
53. Pradas de la fuente F. Efectos del EXPLI y sobre el rendimiento deportivo y los riesgos del entrenamiento físico de larga duración. Tesis doctoral Universidad de Granada. 2007.
54. Ranchordas MK, Burd N, Senchina DS, Burke LM, Stear SJ, Castell LM. Nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance-Part 29. *Br J Sports Med.* 2012;46(2):155-6.
55. Rodriguez NR, DiMarco NM, Langley S. American Dietetic Association; Dietitians of Canada; American College of Sports Medicine. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc.* 2009;109(3):509-27.
56. Roelands B, Buyse L, Pauwels F, Delbeke F, Deventer K, Meeusen R. No effect of caffeine on exercise performance in high ambient temperature. *Eur J Appl Physiol.* 2011; 111(12):3089-95.

57. Sawhney, RC, Malhotra AS, Singh T. Glucoregulatory hormones in man at high altitude. *European Journal of Applied Physiology*, 1991; 62, 286-91.
58. Schommer K, Bärtsch P. Basic medical advice for travelers to high altitudes. *Dtsch Arztebl Int*, 2011; 108(49):839-47; quiz 848.
59. Shukla V, Singh SN, Vats P, Singh VK, Singh SB, Banerjee PK. Ghrelin and leptin levels of sojourners and acclimatized lowlanders at high altitude. *Nutr Neurosci* 2005; 8:161-165.
60. Simopoulos AP. Omega-3 fatty acids and athletics. *Curr Sports Med Rep*.2007;6(4):230-6.
61. Smith JD, Cianflone K, Martin J, Poirier P, Broderick TL, Noël M. Plasma adipokine and hormone changes in mountaineers on ascent to 5300 meters. *Wilderness Environ Med*. 2011; 22(2):107-14.
62. Urdampilleta, Martínez-Sanz JM, González-Muniesa. Intervención dietético-nutricional en la prevención de la deficiencia de hierro. *Nutr. clín. diet. hosp*. 2010;30(3):27-41.
63. Urdampilleta A, Alvarez-Herms J, Martinez-Sanz JM, Corbi F, Roche E. Readaptación Física en futbolistas mediante vibraciones mecánicas e hipoxia. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la AF y el Deporte*, 2012. ISSN:1577-0354.
64. Urdampilleta A, Gómez-Zorita S, Martínez-Sanz JM, Roche E. La eficacia de un programa de ejercicios de alta intensidad en hipoxia intermitente para la mejora de la fuerza-resistencia. *Revista Española de Educación Física y Deportes*. 2012, 397(2):63-74.
65. Urdampilleta A, Vicente-Salazar N, Martínez-Sanz JM. Necesidades proteicas en los deportistas y pautas diético-nutricionales para la ganancia de masa muscular. *Rev Esp Nutr Hum Diet*. 2012;16(1):25-35.
66. Urdampilleta A y Martínez-Sanz. Riesgos médico-nutricionales y planificación dietética en el alpinismo. *Mot. Eur. J. Hum. Mov*.2012.28:35-66.
67. Vademecum. [Portal en internet]. Disponible en: <http://www.vademecum.es/>
68. Vuyk J, Van Den Bos J, Terhell K, De Bos R, Vletter A, Valk P. Acetazolamide improves cerebral oxygenation during exercise at high altitude. *High Alt Med Biol*. 2006; 7(4):290-301.
69. Wagner PD. Operation Everest II. *High Alt Med Biol*. 2010;11(2):111-9.
70. Westerterp KR, Kayser B, Wouters L, Le Trong JL, Richalet JP. Energy balance at high altitude of 6542 m. *J Appl Physiol* 1994; 77:862-866.
71. Westerterp KR. Energy and water balance at high altitude. *News Physiol Sci*. 2001; 16:134-7.
72. Zaccaria M, Ermolao A, Bonvicini P, Travain G, Varnier M. Decreased serum leptin levels during prolonged high altitude exposure. *European Journal of applied physiologi*. 2004; 92(3):249-53.

**Referencias totales / Total references:** 72 (100%)

**Referencias propias de la revista / Journal's own references:** 2 (2,7%)