



**THE INTERNATIONAL MOUNTAINEERING AND CLIMBING FEDERATION**  
**UNION INTERNATIONALE DES ASSOCIATIONS D'ALPINISME**

Office: Monbijoustrasse 61 • Postfach  
CH-3000 Berne 23 • SWITZERLAND  
Tel.: +41 (0)31 3701828 • Fax: +41 (0)31 3701838  
e-mail: office@uiaa.ch

---

# **RECOMENDACIONES DE LA COMISIÓN MÉDICA DE LA UIAA**

## **VOL: 4**

### **Consideraciones Nutricionales en Montaña**

**Dirigidas a Médicos, Personas Interesadas No-sanitarias  
y Organizadores de Trekkings y Expediciones**

**A. Morrison, V. Schöffl, Th. Küpper  
2008**

### 1 Introducción

**“La importancia de un aporte calórico y de fluidos adecuado debe ser tenida tan en cuenta como el oxígeno” [1]**

Aunque Pugh escribió esto con referencia al éxito del estudio científico y del ascenso de la expedición al Everest en 1953, otros estudios que analizan cuestiones nutricionales a gran altura han estado en gran parte limitados a los últimos 20 años.

El montañismo en sus numerosas variantes - como el alpinismo, trekking o expediciones - es un deporte de alto rendimiento, física y psicológicamente exigente. Cada vez más personas viajan a gran altitud para practicar deporte, entrenamiento y entretenimiento durante estancias de hasta varios meses. Igual que en cualquier otra actividad deportiva, la salud y el rendimiento mejorarán con una adecuada nutrición e ingesta de líquidos. Sin embargo, es más fácil decirlo que hacerlo en altura y en un entorno medioambiental remoto y desafiante.

Hay muchas cuestiones nutricionales que deben ser consideradas cuando se prepara una actividad en montaña, especialmente en las de mayor duración. Con el aumento de la altitud aparecen simultáneamente la hipoxia (reducción del oxígeno en el ambiente que se respira), y complejas adaptaciones fisiológicas. El apetito y la percepción del gusto se reducen. El ejercicio físico requerirá más del doble de energía (consumo de calorías) que a nivel del mar. Estos efectos combinados pueden derivar en pérdida de peso y composición corporal alterada (% de grasa corporal y de músculo).

Por tanto, el objetivo de este trabajo es describir brevemente las consideraciones nutricionales basadas en la evidencia y las estrategias que se pueden adoptar para minimizar la pérdida de peso, y mejorar la salud y el rendimiento.

### 2 Causas de la pérdida de peso en altura

Suponiendo que se tomen suficientes raciones de alimento sabroso, debidamente elaborado, y que se coma con relativa comodidad, quizás siga existiendo el problema de no comer y beber lo suficiente.

A gran altura se suprimen el apetito y la percepción del sabor. La saciedad se produce con raciones pequeñas de comida - es decir, uno se siente “lleno” con poca cantidad de comida. El efecto de esta “anorexia de la montaña” es una pérdida significativa de peso corporal a partir de altitudes alrededor de los 3600 metros para algunos, y alrededor de los 5.000 metros para la mayoría (es decir, una pérdida de peso 1-2 kg / semana) [2]. Se cree que esta pérdida es inducida por los cambios en los niveles hormonales que se experimentan en altitud, especialmente de leptina. La pérdida de peso (sobre todo de grasa corporal) fue mayor entre caucásicos que en los sherpas de una expedición al Everest, especialmente por encima de 5400m [3]. Los sherpas, con un 9,1% de grasa corporal medida en el campamento base, mantuvieron ésta y el diámetro de las extremidades en altura, a diferencia de los caucásicos, que tenían un 18,4% de grasa corporal, y tuvieron una pérdida de grasa corporal y de la circunferencia de las extremidades. Otro estudio simulando en una

cámara hipobárica un trekking en el Everest durante 40 días encontró que los sujetos perdieron  $7,4 \pm 2,2$  kg (2,5 kg de los cuales eran de grasa corporal).

Esta pérdida de peso es independiente de cualquier síntoma de mal agudo de montaña (MAM) en el que la persona afectada siente hambre, pero no tiene ningún deseo de comer o beber debido a las náuseas. El MAM puede ocurrir a altitudes moderadas (en general, por encima de los 2500 metros).

La pobre higiene personal es una de las muchas razones que pueden resultar en diarrea (Recomendación No.5 de la UIAA). La diarrea se traducirá en pérdida de peso y desequilibrios electrolíticos a cualquier altitud (en la página 6 de la mencionada Recomendación se explica cómo elaborar una bebida de rehidratación con electrolitos básicos)

Otras razones que contribuyen a la pérdida de peso pueden ser la pérdida de apetito debido al cambio de comida, la comodidad y / o los hábitos, o la separación de los amigos / familia. La necesidad de concentrarse en tareas físicas y en la escalada o incluso en la supervivencia, pueden desplazar la necesidad de comer y beber[4].

Independientemente del estado de forma físico, la hipoxia puede también alterar la fuente de energía (grasa o hidratos de carbono) que es utilizada preferentemente por el cuerpo, y esto puede variar entre sexos [5].

La composición corporal cambia con la pérdida de peso en altura y depende del perfil altimétrico, de la composición corporal previa y del sexo. El equilibrio hídrico corporal se puede alterar debido a la hipoxia.

Cuando se dispone de comida apetitosa suficiente ingerida en condiciones relativamente confortables se puede minimizar la potencial pérdida de peso [6], [4], [2], [7].

### **3 ANTES DE LA EXPEDICIÓN**

#### **3.1 Cómo decidir qué raciones de comida se deben tomar durante una expedición**

Decidir qué raciones deben tomarse durante una expedición depende de las necesidades alimentarias de los individuos del grupo, y de la duración de la expedición. Antes de una expedición se debe hacer una revisión odontológica y realizar los tratamientos que sean convenientes.

Como es probable que la ingesta energética sea insuficiente para cubrir los gastos (por ejemplo, la ingesta calórica puede reducirse un tercio por encima de los 5000 m), es importante que la dieta sea sabrosa, satisfactoria y fácil de preparar y comer para minimizar cualquier potencial pérdida de peso [2]

Tener una variedad de alimentos de alto contenido energético e hidratos de carbono de fácil preparación para seleccionarlos en las comidas o que se puedan poner en los bolsillos para acceder fácilmente a ellos durante la ascensión (especialmente los hidratos de carbono) puede ser una estrategia útil. Mantener una ingesta de alimentos variados. Es útil tener una variedad de especias para aumentar el sabor cuando la percepción del gusto se reduce en altitud. Por ejemplo, un estudio

realizado en el Everest utilizó los 2,3 kg de pimienta de cayena en cuestión de semanas [6]

Asegúrese de que las ollas que se usan son fáciles de limpiar para ahorrar tiempo, esfuerzo, y evitar la posibilidad de adquirir una infección intestinal debido a que el recipiente no se haya limpiado a fondo de la comida anterior. Con una tapa se ahorra energía. A menudo se prefieren las comidas elaboradas con varios alimentos e ingredientes en una misma olla (“one pot meal”), que se cocinan rápidamente, consumen menos combustible y requieren una cantidad mínima de agua para su preparación y para el posterior lavado de los utensilios de cocina. Por ejemplo, en un estudio sobre una expedición al Everest, el campo III en la cara oeste del Lhotse estaba situado precariamente en una pendiente de 45° de hielo sólido. La preparación de alimentos estaba limitada básicamente a alimentos ricos en hidratos de carbono que se podían comer sin cocinar, o aquellos que podían prepararse con una simple mezcla con agua caliente (líoofilizados) [4]. Muchos estudios militares que utilizan raciones específicamente diseñadas para satisfacer las necesidades energéticas y nutricionales del personal durante maniobras en altitud suelen informar que cuando las raciones se abren, los alimentos que no gustan se descartan (típicamente 10-20%, pero hasta un 40%), creando así un déficit energético [6]. Estudios civiles también refuerzan esta conclusión.

No tiene sentido llevar la comida que no va a ser consumida. Tenga en cuenta las necesidades dietéticas y la comida que gusta y que no gusta a los miembros de su expedición. La facilidad con que una comida se puede preparar en altura y en condiciones de frío, es fundamental para garantizar una mayor posibilidad de igualar la ingesta de energía a las necesidades energéticas. En este trabajo no se han descrito ejemplos de dietas ya que hay una gran variedad en las necesidades dietéticas individuales dependiendo de:

Tipo de dieta (vegetariana, ovoláctea, omnívora)	Salud (problemas gástricos, diabetes)
Religión (vegetariana estricta, Kosher)	Nivel de entrenamiento físico
Prácticas alimentarias restrictivas	% de grasa corporal versus músculo
Edad y sexo	Preferencia de dulce o salado
Intolerancias alimentarias/alergias	Medicamentos incompatibles con algunas comidas

Si existen alergias severas, los alimentos causantes deben ser excluidos de todas las raciones si es posible. En el caso de que pueda darse una reacción de anafilaxia, comprobar que las jeringas precargadas con adrenalina funcionan a temperaturas extremas.

¿Dónde se deben comprar los alimentos, en casa o en el extranjero? Considerar la fecha de caducidad de las raciones, la temperatura a la que deben conservarse, el peso y el envasado, y quién deberá cargarla (usted o porteadores). ¿Cómo y cuándo se tirará el envase del alimento?

Una vez que se conoce esta información dietética, no deben escasearse medios para elaborar una dieta que satisfaga las necesidades y preferencias alimenticias de

---

una persona. Si los organizadores de la expedición están a cargo de la provisión de alimentos, asegúrese de que conozcan los perfiles dietéticos del grupo expedicionario.

### **3.2 Experimente primero en su casa preparando/comiando alimentos de expedición**

Experimente cocinando el tipo de alimentos que se consumirán durante la expedición. Pruebe versiones en polvo de: leche, huevos, queso, etc. Pruebe verduras deshidratadas, cubitos de caldo, frutas deshidratadas y diferentes nueces. Si va a consumir alimentos precocinados, asegúrese de que sean suficientemente agradables de sabor. Los alimentos como las lentejas, la avena y los alimentos deshidratados deben estar bien hidratados antes de ingerirse, de lo contrario van a absorber el agua de su tracto digestivo y pueden causarle estreñimiento o malestar gástrico. Recuerde que a mayor altitud baja el apetito y no puede saborearse la comida adecuadamente.

Experimente almacenando las raciones de alimento a las temperaturas que se encontrará durante la expedición. Climas calientes pueden cambiar la textura de los alimentos o hacer que se estropeen fácilmente. El frío extremo puede hacer que algunos alimentos sean demasiado duros para masticarlos (por ejemplo, el caramelo o el turrón), y esto puede dar lugar a problemas dentales (roturas de dientes, pérdida de empastes).

### **3.3 Analice el hierro en sangre antes de la expedición**

Pida a su médico un análisis de sangre con medición del hierro y corrija cualquier desequilibrio y su causa antes de una gran expedición o estancia larga. Una deficiencia de hierro puede tardar entre 3-6 meses en revertir con tratamiento. Las mujeres y las personas vegetarianas tienen un riesgo especial y debe ser revisados antes de ir a gran altura.

## **4 DURANTE LA EXPEDICIÓN**

### **4.1 ¿Cómo mantener una correcta hidratación en altura y evitar los problemas relacionados con la deshidratación y la diarrea?**

No hay duda de que el MAM, el EPA y el ECA producen efectos patológicos poco conocidos que se caracterizan por la retención de fluidos en lugares erróneos del organismo (ver Recomendación N ° 2 de la UIAA). Estar deshidratado - ya sea por ingesta insuficiente de líquidos, por sudor o diarrea - también puede causar graves problemas de salud. A nivel del mar una pérdida de 2 a 5% del peso corporal debido a pérdida de líquidos puede provocar sed, dolores de cabeza, fatiga, sudoración profusa, deterioro mental y del rendimiento físico, sequedad de boca, escalofríos y sudoración fría y una pérdida del 8% puede provocar la muerte . En altitud (es decir,

> 2500m), el mantenimiento del balance hídrico es fisiológicamente más complejo y está influido por la altimetría, pero no es menos grave. Suponiendo que se haya preparado la suficiente cantidad de agua potable para beber regularmente y cuando sea necesario, todavía se puede dudar sobre si debe tomarse agua sola o un refresco con electrolitos (es decir, con sodio, glucosa). Lo siguiente puede ayudar a informar sobre la estrategia de hidratación a seguir en altitud.

La orina es de color amarillo muy pálido cuando se está hidratado adecuadamente, y debe tener un volumen suficiente. La orina de color amarillo oscuro e incluso marrón claro y, además, escasa en volumen, sugiere una hidratación insuficiente que puede llegar a ser grave e incluso sufrir mal agudo de montaña

No es posible indicar la cantidad de agua que se debe ingerir cada día ya que esto variará según las condiciones meteorológicas, la intensidad/cantidad de actividad física, las variaciones individuales en las pérdidas de sudor, el sexo, etc. Por ejemplo un estudio en el Everest mostró pérdidas de agua en sujetos sedentarios de  $3,0 \pm 0,5$  l/día, y más en escaladores (de  $3,3 \pm 0,6$  l / día). Otro estudio que compara las pérdidas de agua en idénticas condiciones ambientales pero en diferentes altitudes, concretamente entre 5000-7000 m y entre 7000-8848 m, describió pérdidas de  $3,7 \pm 0,6$  l/día y  $3,3 \pm 0,8$  l/día, respectivamente [2].

A modo de comparación, en un clima templado los requisitos básicos de líquido a nivel del mar (a partir de alimentos y bebidas) para un hombre promedio de 70 kg y una mujer de 55 kg sería de 2,5 l/día y 2,2 l/día, respectivamente, o aproximadamente 1,2 l/día de líquidos solos (6-8 vasos). Pero una vez que los niveles de actividad y/o las temperaturas se elevan, las pérdidas por sudor pueden ser muy variables entre individuos, y pueden ser fácilmente equivalentes a 1.2 l/hora.

El sudor no es sólo agua. También contiene otros elementos como hierro, potasio y sodio (sal). Por ejemplo, grandes pérdidas de sudor que creen manchas de sal en la ropa o líneas de sal cerca de los ojos sugieren mayores pérdidas de sodio por sudor de lo habitual; se deben reemplazar estas pérdidas añadiendo más sal en los alimentos o bebidas. Sin embargo no hay datos conocidos que examinen el uso de las bebidas de electrolitos en altura, y no es posible determinar un valor de referencia para las necesidades diarias de sodio. Esto es lo que algunas expediciones hicieron: el ejército desarrolló raciones para climas fríos en 1994 que incluían 4.500 kcal de energía, 4500 mg de sodio y 90 g de proteína; un informe médico de un estudio alpinístico de las Fuerzas Especiales de Alaska que usó estas raciones sugiere que el agotamiento que experimentó el equipo se debió al déficit de sal, en lugar de al déficit de glucógeno o a la deshidratación; un estudio de una expedición al Everest en 1989 no usó sal adicional en las comidas (aunque la sal se encuentra en muchos alimentos); otro informe anecdótico de un grupo que se forzó a beber hasta 4 litros al día de una bebida con electrolitos enfermó debido a que sus pérdidas de sudor no eran grandes y se cree que sufrieron una "sobredosis" de electrolitos [6]. Pugh (2004) declaró que escaladores que permanecen a unos 5800 metros de altura consumen unos 340 gr de azúcar al día, normalmente disuelto en las bebidas [7]. Si se consumen bebidas con cafeína, se debe evitar ingerirlas al final del día para evitar la interferencia con el sueño.

Tal vez el mensaje importante que se debería recordar podría resumirse como:

- es muy importante beber con regularidad

- las pérdidas insensibles de agua aumentan con la actividad física y ésta depende del agua
- después de un ejercicio exhaustivo o de una sudoración excesiva puede ser necesaria una bebida rica en electrolitos (junto con suficientes hidratos de carbono)
- no beber en exceso en sesiones individuales, ya que los electrolitos plasmáticos pueden diluirse en exceso o puede generarse hiponatremia.

Sin embargo, puede ser muy difícil mantener la hidratación adecuada en altitud. La disponibilidad de agua puede ser problemática – fundir suficiente nieve, beber suficiente agua potabilizada, o simplemente recordar beber con suficiente regularidad. Si se va a usar yodo para potabilizar el agua durante la expedición, antes de partir intente beber agua yodada para acostumbrarse a su gusto. Si es necesario, experimente añadiendo tabletas efervescentes de vitamina C o similares para ayudar a enmascarar el sabor y hacerlo más aceptable. Los glaciares pueden producir importantes arroyos de agua de deshielo que contienen polvo de roca abrasiva o alto contenido en sales minerales que pueden crear un efecto laxante; así que antes de beber este agua, se debe dejar reposar, filtrar, y purificar hirviéndola o mediante tabletas químicas. El agua de los arroyos en rutas concurridas puede tener contaminación fecal; por tanto, requieren potabilización. La potabilización con tabletas de cloro (Puritabs<sup>R</sup>, MultiMan<sup>R</sup>, Mikropur<sup>R</sup>, Certisil<sup>R</sup>) o solución de yodo (8 gotas por cada litro de agua) necesita un mínimo 20 minutos para ser eficaz (un asesoramiento más amplio en la Recomendación N° 6 de la UIAA "Desinfección del agua"). Recuerde que el gusto no debe interferir en el hecho de beber lo suficiente para la salud y el rendimiento físico.

En el caso de deshidratación debido a diarrea en adultos, una **solución electrolítica básica** se puede preparar con: 1 cucharadita de sal y 1 cucharada de azúcar en 1 litro de agua estéril (asesoramiento más completo sobre soluciones de electrolitos en la Recomendación N° 5 de la UIAA "La diarrea del viajero"). Para los niños se debería obtener asesoramiento de un médico; se prefieren las soluciones comerciales de rehidratación oral (SRO) con la dosis correcta para el niño.

### 4.2 Retención de líquidos en el Mal Agudo de Montaña (MAM)

Aunque la composición de un cuerpo medio muestra un 50 a 60% de contenido líquido, la distribución de líquido en los tejidos de nuestro cuerpo varía considerablemente. Por ejemplo, la cantidad de líquido en la sangre, el cerebro, los músculos y los huesos es aproximadamente de 91, 81, 76, y 13% respectivamente. Por lo tanto, no es sorprendente que tanto el rendimiento físico y mental se vean progresivamente afectados por niveles crecientes de deshidratación. En caso de deshidratación cualquier nivel de actividad física se verá comprometida, por lo que se debe asegurar una buena hidratación antes de salir de un campamento, y encontrar la manera de beber regularmente – por ejemplo, usando un sistema de hidratación tipo camelback en climas cálidos o llenar un termo con bebida caliente

durante la noche y ponerlo dentro del saco de dormir para que la bebida esté disponible de inmediato por la mañana.

La exposición a la hipoxia puede alterar el equilibrio hormonal, crear cambios de líquidos entre los compartimentos tisulares del cuerpo, e incluso alterar la cantidad de orina. Algunos estudios sugieren que cuando los individuos están expuestos a la hipoxia aguda, las personas que sufren retención de líquidos en las primeras horas son más propensas a desarrollar MAM (ver Recomendación N°2 de la UIAA)

Aquellos que desarrollan MAM reducen a la vez el aporte de energía y la ingesta de agua, independientemente de cualquier otra pérdida de peso que se produzca por las razones ya mencionadas. En el MAM, la retención de líquidos se acompaña de una reducción de la pérdida de agua corporal total (incluyendo la retención de orina). Un estudio demostró un aumento significativo del líquido corporal total (un cambio de al menos 1 litro del compartimento intracelular al extracelular) durante 4 días. Otro estudio controlado con 55 adultos que fueron expuestos a una altitud de 4880m en reposo durante 12 horas encontró que aquellos que desarrollaron síntomas de MAM experimentaron una mayor retención de líquidos en las primeras horas que los que no lo hicieron. Muchos estudios han encontrado una asociación directa entre la retención de líquidos y el MAM. En cualquier caso es muy importante:

**¡Aclimatarse adecuadamente!**

### **4.3 Carencias de *micronutrientes* (vitaminas y minerales)**

La extensión de este documento no permite un análisis exhaustivo de todos los micronutrientes - componentes de los alimentos que se encuentran en pequeña cantidad pero que son de significativa importancia, conocidos como vitaminas y minerales. Para asegurar una ingesta adecuada de micronutrientes, es necesario comer una gran variedad de alimentos, preferentemente sin refinar, o enriquecidos con vitaminas y minerales (por ejemplo, cereales, granos). Las deficiencias minerales que típicamente se pueden encontrar entre la población deportiva, especialmente entre mujeres y personas vegetarianas, son de calcio, hierro y zinc. Esto es normalmente debido a la restricción de ingesta energética que evita productos de origen animal como pescado, carne, productos lácteos y aves de corral, y a una combinación de alimentos determinada que impide la absorción óptima de estos minerales. Por ejemplo, el hierro no se absorbe bien cuando se combina con fitatos (que se encuentran en el salvado, en los productos que contienen harina refinada o arroz, en la soja) o calcio (que se encuentra en los productos lácteos), pero se absorbe bien cuando se encuentran en forma de productos carnes de origen animal (carnes , pescado) y cuando se comen con vitamina C.



### 4.4 Comprensión y cálculo de las necesidades energéticas

En condiciones ideales:

Consumo de energía = Gasto energético

En alpinismo, especialmente a grandes altitudes:

Consumo de energía < Gasto energético

(en consecuencia, se produce una pérdida de peso!)

Para ayudar a entender y calcular la cantidad de energía que se puede necesitar diariamente se explica a continuación cómo se produce el gasto de energía a nivel del mar y en altitud. El cálculo en el cuadro 1 es fácil de hacer. Muchas personas se sorprenden al saber que la mayor parte de las necesidades energéticas se emplea sólo en mantener el funcionamiento de nuestro cuerpo y una temperatura corporal estable, y esto puede ser un reto cuando existe exposición a temperaturas más cálidas o más frías.

**Ingesta Energética (IE):** es la suma de calorías (kcal-kilocalorías, kJ-kilojoules o MJ-megajoules) ingeridas a partir de líquidos y alimentos. El consumo de energía depende de la edad, sexo, composición corporal (% de grasa, % músculo), peso, estado de salud, determinantes genéticos, clima, metabolismo basal, actividad física que se realice. 450 gramos de peso corporal equivalen a 3500 kcal. Así que un déficit energético de 3500 kcal resultará en la pérdida de peso de unos 450 g. (Nota: para convertir kcal a kJ multiplicar por 4,18; para convertir kcal a MJ multiplicar por 0,0042)

**Gasto Energético (GE):** es la suma de la energía diaria "gastada" por el cuerpo de tres maneras distintas (entre paréntesis los porcentajes diarios):

- Metabolismo Basal (60-75%)
- Actividad física (20-35%)
- Energía utilizada en la digestión (4-7%)

Se expondrán más detenidamente estos puntos ya que tienen consecuencias nutricionales en respuesta a la exposición al frío y a la altitud.

#### 4.4.1 Metabolismo basal

El metabolismo basal es la energía que necesita el cuerpo para seguir funcionando sin ningún tipo de actividad física - es decir, la energía y el metabolismo para dormir y despertarse, la renovación y reparación celulares, el mantenimiento de una temperatura corporal estable, etc. El metabolismo basal será mayor el día después de realizar un ejercicio físico. Normalmente representa el 60-75% del gasto energético (GE) de un día. Se mide utilizando el análisis de intercambio de gases

---

respiratorios cuando una persona está descansando física y mentalmente en un ambiente cálido al menos 12 horas después de una comida. Como esto es imposible de medir para la mayoría de las personas, se puede obtener fácilmente una estimación mediante el cálculo de la Tabla 1.

El metabolismo basal es mayor en las personas inactivas que realizan ejercicio ya que tienen un músculo metabólicamente más activo. La composición corporal es probablemente el determinante fisiológico más importante en la tolerancia termorregulatoria en climas fríos [6]. Comprender y minimizar los efectos del frío y las lesiones debidas a éste tiene implicaciones nutricionales. Hay dos respuestas fisiológicas claves al frío: a) vasoconstricción periférica para limitar las pérdidas de calor y conservar la energía y, b) la actividad física y/o los escalofríos, que aumentan la producción de calor y, en consecuencia, las necesidades de energía [6]. En entornos de frío extremo, el metabolismo basal en reposo se puede multiplicar por cinco debido a los temblores del cuerpo para tratar de mantener el calor. En un clima tropical, aumenta entre un 5-20%, más otro 5% si se realiza ejercicio físico. Cuando se alcanza una nueva altitud, el metabolismo basal aumenta en un 10-20% o más. Por lo tanto en climas extremos la composición corporal, los niveles de actividad física, la altitud, y las respuestas de termoregulación a la meteorología (además de la ropa, refugio, etc), obviamente influyen de forma directa en el metabolismo basal y en la cantidad de energía requerida. Debe pensarse en la energía extra necesaria para cubrir los días de mal tiempo

### **4.4.2 Cómo calcular las necesidades energéticas y la actividad física**

La actividad física requiere la ingesta de energía adicional, que depende de la cantidad, tipo e intensidad de ejercicio físico a realizar. Esta energía adicional (kcal), debe añadirse al metabolismo basal diario, y el cálculo se puede realizar como se indica.

**Tabla 1.** Fórmula para el cálculo del metabolismo basal (Departamento de Salud, Reino Unido, 1991)

	Rango de edad (años)	Fórmula cálculo del Metab. basal diario (MJ/día)
Hombres	10-17	$0.074(\text{wt})^* + 2.754$
	18-29	$0.063(\text{wt}) + 2.896$
	30-59	$0.048(\text{wt}) + 3.653$
	60-74	$0.0499(\text{wt}) + 2.930$
Mujeres	10-17	$0.056(\text{wt}) + 3.434$
	18-29	$0.062(\text{wt}) + 2.036$
	30-59	$0.034(\text{wt}) + 3.538$
	60-74	$0.0386(\text{wt}) + 2.875$
		* (wt) = peso en kg

Por ejemplo, para calcular el Metabolismo Basal diario de un hombre de 25 años de edad y 70 kg de peso, usar el cálculo de la tabla 2:

$$0.063(70\text{kg}) + 2.896 = 7.306 \text{ MJ/día}$$

Para convertir MJ a kcal, dividir por 0.0042:

$$7.306/0.0042 = 1740 \text{ kcal/día}$$

Estas 1740 kcal es la cantidad de energía que este cuerpo utiliza sólo para mantener el funcionamiento diario sin ningún tipo de actividad física, ni comer, etc. Es la cifra de referencia (asignado un valor de GE de 1,0) a partir de la cual se debe calcular el consumo de energía adicional para satisfacer las necesidades energéticas.

Este índice de actividad física es el componente más variable del GE. Como múltiplo del Metabolismo Basal, que va desde el mínimo absoluto de valor de 1,0 para alguien que no come ni se mueve, pasando por el 1,5 para una persona sedentaria, hasta el 2,0 para una persona activa. Los valores superiores a 2,5 no se pueden mantener sin suplementos alimentarios específicos. Una expedición al Everest encontró el índice de un  $2,2 \pm 0,3$ , un valor cercano al de un atleta de resistencia altamente capacitado [2]. Otro estudio con ascensos a más de 6000 metros halló valores mayores, de  $3,0 \pm 0,7$  [2]. En estos estudios, la IE no se correspondía con el GE.

#### 4.4.3 Gasto energético inducido por la dieta

El gasto de energía inducido por la dieta normalmente representa el 10% del GE, debido a pérdidas de calor en los procesos digestivos. Sin embargo, debido a que muchas personas presentan un balance energético negativo en la altura y la mala absorción de alimentos no es significativa, esta pérdida térmica inducida por la dieta (pérdida de calor en las heces, etc) no es importante. Algunos estudios han informado que en altitud se produce un gasto de energía inducido por la dieta de un 4-7% [2].

### 4.5 MACRONUTRIENTES – HIDRATOS DE CARBONO, GRASAS Y PROTEÍNAS – DISTRIBUCIÓN EN ALTITUD

Los alimentos y los líquidos son una combinación de *macronutrientes* (grandes grupos de alimentos) - hidratos de carbono, grasas, proteínas, como se muestra en la Tabla 2. El sitio, índice y grado de digestión de los hidratos de carbono dependen mucho de la elaboración de alimentos, y tienen implicaciones importantes para la salud y el rendimiento físico. Evitar los hidratos de carbono refinados con bajo contenido de micronutrientes; son preferibles las harinas y cereales enriquecidos.

Las observaciones notificadas y otros estudios sugieren que cuando los escaladores pueden seleccionar alimentos a gran altitud una gran proporción de la energía escogida proviene de las grasas. La suposición de que a gran altitud se prefieren los alimentos ricos en hidratos de carbono no es consistente con los estudios. Sin embargo, los hidratos de carbono siempre constituyen la mayor proporción de la dieta (55-65%), ya que son el combustible preferido por los músculos y ayuda a lograr una dieta equilibrada.

Los músculos tienen un almacén limitado de hidratos de carbono - en forma de glucógeno - que está en constante reemplazo cuando los músculos trabajan. Los músculos entrenados pueden almacenar cantidades significativamente más altas de hidratos de carbono que los hace más eficientes. Por ejemplo, la cantidad de glucógeno que se puede almacenar en 100 g de músculo es: 13 g cuando el músculo no está entrenado, o 32 g cuando está entrenado; cuando el músculo entrenado se carga completamente con hidratos de carbono puede llegar a contener de 35 a 40 g de glucógeno. El agotamiento de glucógeno muscular está estrechamente relacionado con la fatiga muscular. Por lo tanto las barritas energéticas que contienen hidratos de carbono y pueden guardarse fácilmente en los bolsillos o en la mochila mientras se camina o se escala son muy recomendables para ayudar a alimentar, mantener e incluso fortalecer los músculos y evitar la posibilidad de molestias gástricas o flatulencias debidas a una excesiva cantidad de hidratos de carbono ingeridos en una sola comida. **Nota:** se debe evitar la glucosa pura!

El cuerpo también puede preferir metabolizar grasas en función de la intensidad del ejercicio, el sexo, el estado de forma, ... Las grasas requieren más agua para descomponerse y dan lugar a una mayor pérdida de líquidos que es necesario sustituir. Para mantener o aumentar la masa muscular se requiere un cuidadoso equilibrio de agua, hidratos de carbono y proteínas ingeridos en los momentos adecuados.

El desgaste muscular que se produce en altitud puede ser simplemente el resultado de no cumplir con las necesidades de energía – en primer lugar porque no se ingiera suficiente alimento y/o porque exista un aumento de la actividad física que no se compense con energía adicional. También existen adaptaciones fisiológicas inducidas por la altitud que pueden influir en qué y cuánto se come y en qué tipo de "combustible" prefiere el cuerpo para obtener energía. Energía insuficiente para satisfacer las necesidades energéticas puede dar lugar a usar proteínas como combustible en lugar de ser utilizadas para funciones de alto valor, como la síntesis y el mantenimiento de los músculos y la creación de hormonas y enzimas. La proteína utilizada como combustible también puede aumentar la pérdida de agua y el riesgo de deshidratación.

---

A nivel del mar, después de realizar un ejercicio vigoroso se recomienda tomar inmediatamente comidas o barras que combinen pequeñas cantidades de proteínas con hidratos de carbono para reponer las reservas de glucógeno (así como reponer cualquier pérdida de líquidos). Esta recarga de hidratos de carbono debe ser de 1.5 g/kg peso corporal en los primeros 30 minutos, y cada 2 horas durante 4 a 6 horas para reemplazar las reservas de glucógeno. Estas recomendaciones pueden ser difíciles de aplicar en altitud (ver tabla 2)

También, a modo de tener algún tipo de referencia a nivel del mar, la típica ingesta diaria recomendada por kg de peso corporal de un atleta es: hidratos de carbono de 6 a 10g/kg de peso, proteínas de 1,2 a 1.4 g/kg peso, aunque para atletas que realicen un entrenamiento más intensivo se recomiendan 1.6-1.7 g/kg peso. No hay ventajas en el rendimiento físico o en la salud por seguir una dieta con <15% de materia grasa de la ingesta dietética total, y las recomendaciones varían entre 15-25% dependiendo de deporte [8].

Algunos estudios sugieren que en los casos en los que los escaladores pudieron seleccionar los alimentos que tomaron, el porcentaje de distribución de macronutrientes no varió significativamente a medida que aumentó la altitud, es decir, cuando se mantuvo la ingesta diaria durante una expedición al Everest constantemente en un 20% de grasas/ 65% de hidratos de carbono o en un 35% de grasas/50% de hidratos de carbono no hubo diferencia en el rendimiento o entre los escaladores que hicieron cima.

## Recomendación de la UIAA MedCom N°.4: Consideraciones Nutricionales

**Tabla 2.** Macronutrientes. Distribución en Altitud

Macronutriente / Fuente de energía	Energía (kcal) por gramo	Energía equivalente de oxígeno (kJ/l)	Porcentaje aproximado de la dieta en altitud	Ejemplos de comidas	Otras notas relevantes
<p><b>HIDRATOS DE CARBONO (HC)</b></p> <p>(Necesarios para mantener los niveles de glucosa en la sangre y las reservas de glucógeno; comer frecuentemente. Es el combustible preferido en ejercicios de moderada a alta intensidad)</p>	4	21.1	<p>Cerca del 56% (Los estudios muestran consumo diario de entre 50-65%)</p> <p><b>Nota:</b> la ingesta excesiva(70%) puede causar malestar gástrico y puede dar lugar a una dieta desequilibrada que puede inhibir la biodisponibilidad de otras vitaminas y minerales</p>	<p>Arroz pasta fideos cereales patatas galletas pan bebidas glucosadas frutos secos, chocolate azúcar</p>	<p>Principal fuente de energía para las actividades físicas. Mayor rendimiento de energía por mol de oxígeno. Como es el mayor % de la dieta no deben ser muy refinados -harinas y cereales mejor enriquecidos con minerales/ vitaminas. Comer suficientes HC antes / durante / después del ejercicio intenso de más de 1 hora de duración para ayudar a mantener estables los niveles de azúcar en la sangre. Estudios militares en altitud recomiendan al menos 400g/día [6]</p>
<p><b>GRASAS</b></p> <p>Proporcionan vitaminas esenciales liposolubles, alimentos de alta energía, uno de los elementos esenciales de la membrana celular)</p>	9	19.6	<p>Cerca del 28% (estudios muestran una ingesta diaria entre 20-35%)<sup>1</sup></p>	<p>Aceite de cocina, margarina, mantequilla búfalo, comida enlatada en aceite, mantequilla maní, nueces, aceite de pescado en conserva</p>	<p>Más energía (kcal) por gramo que los HC. Tiene el mejor sabor de todos los macronutrientes (con frecuencia mejor percepción de sabor / textura agradable / palatabilidad aumentada). A nivel del mar, tomar una dieta con &lt;15% de grasa no aporta ventajas en el rendimiento o en la salud. Trate de evitar las grasas saturadas y el uso de aceite monoinsaturado</p>
<p><b>PROTEÍNAS</b></p> <p>(Si la ingesta de energía es insuficiente, la proteína se utilizará como fuente de energía - no es bueno! Las proteínas son necesarias para construir y reparar los músculos, tejidos)</p>	4	18.7	15%	<p>Quesos, embutidos carne, conservas de pescados, huevos legumbres, lentejas</p>	<p>El que produce más saciedad de los macronutrientes. Se sugiere no ingerir un porcentaje superior al 15% de la dieta debido a su alto efecto térmico.</p>
<p><b>ALCOHOL</b></p>	7		0%		<p>Alto en calorías y muy perjudicial para la actividad deportiva: produce deshidratación (efecto diurético), deterioro de la capacidad mental y del rendimiento físico. También es un vasodilatador que aumenta la pérdida de calor periférica.</p>

### Referencias

1. Pugh, L.C.G.E., *Metabolic problems of high altitude operations*, in *Nutritional Requirements for Survival in the cold and at Altitude*, L. Vaughn, Editor. 1965, Arctic Aeromedical Laboratory: Ft. Wainwright, AK. p. 299-342.
2. Westerterp, K.R., *Energy and water balance at high altitude*. *News Physiol Sci*, 2001. **16**: p. 134-7.
3. Boyer, S.J. and F.D. Blume, *Weight loss and changes in body composition at high altitude*. *J Appl Physiol*, 1984. **57**(5): p. 1580-5.
4. Reynolds, R.D., et al., *Intakes of high fat and high carbohydrate foods by humans increased with exposure to increasing altitude during an expedition to Mt. Everest*. *J Nutr*, 1998. **128**(1): p. 50-5.
5. Braun, B., et al., *Women at altitude: carbohydrate utilization during exercise at 4,300 m*. *J Appl Physiol*, 2000. **88**(1): p. 246-56.
6. Marriott, B.M. and S.J. Carlson, *Nutritional Needs in Cold and High-Altitude Environments: Applications for Military Personnel in Field Operations*, I.o.M. Committee on Military Nutrition Research, Editor. 1996, National Academic Press: Washington D.C.
7. Pugh, L.G., *Himalayan rations with special reference to the 1953 expedition to Mount Everest*. 1954. *Wilderness Environ Med*, 2004. **15**(2): p. 125-34.
8. N.N., *Joint Position Statement: nutrition and athletic performance*. American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, and Dietitians of Canada. *Med Sci Sports Exerc*, 2000. **32**(12): p. 2130-45.

### Miembros de la Comisión Médica de la UIAA (en orden alfabético)

C. Angelini (Italia), B. Basnyat (Nepal), J. Bogg (Suecia), A.R. Chioconi (Argentina), S. Ferrandis (España, traducción), U. Gieseler (Alemania), U. Hefti (Suiza), D. Hillebrandt (Reino Unido), J. Holmgren (Suecia), M. Horii (Japón), D. Jean (Francia), A. Koukoutsis (Grecia), J. Kubalova (República Checa), T. Kuepper (Alemania), H. Meijer (Holanda), J. Milledge (Reino Unido), A. Morrison (Reino Unido), H. Mosaedian (Irán), S. Omori (Japón), I. Rotman (República Checa), V. Schoeffl (Alemania), J. Shahbazi (Irán), J. Windsor (Reino Unido)

### Historia de esta recomendación

La versión presentada aquí fue aprobada en la Reunión de la Comisión Médica de la UIAA en Adršpach – Zdoňov / República Checa en 2008.