



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

NORME UFFICIALI

della

COMMISSIONE MEDICA UIAA

VOL: 4

Aspetti nutrizionali nella pratica dell'alpinismo

**Rivolto a medici, persone non-medico interessate e
operatori di trekking / spedizioni**

A. Morrison, V. Schöffl, Th. Küpper

2008

**Traduzione di Enrico Donegani
2013**

1 Introduzione

“L’importanza di un adeguato apporto calorico e di liquidi può essere paragonato almeno all’importanza dell’ apporto di ossigeno” [1].

Sebbene Pugh abbia scritto questa frase in occasione delle ricerche scientifiche condotte durante la riuscita spedizione all’Everest del 1953, gli ulteriori studi che hanno focalizzato gli aspetti nutrizionali in alta quota sono stati condotti essenzialmente negli ultimi 20 anni.

L’alpinismo nei suoi numerosi aspetti (arrampicata alpina, trekking o spedizioni alpine) è un’attività sportiva che richiede un’elevata prestazione fisica e psicologica. Aumentando il numero delle persone che soggiornano in alta quota per sport, allenamento e diporto, anche per periodi di tempo che possono durare diversi mesi, come per ogni attività sportiva lo stato di salute e la capacità fisica devono essere migliorate da un adeguato apporto di alimenti e liquidi. In ogni caso questo è più facile dirlo che farlo, soprattutto in alta quota o in zone remote ed ambientali difficili.

Esistono molti aspetti nutrizionali che vanno considerati quando si prepara una spedizione in montagna, soprattutto se di lunga durata. Con il crescere della quota, aumenta l’ipossia (ridotta quantità di ossigeno ambientale per la respirazione) e aumentano i complessi adattamenti fisiologici dell’organismo, fra cui la riduzione dell’appetito e della percezione del gusto, mentre l’attività fisica richiede più del doppio della quantità di energia (apporto calorico) necessaria al livello del mare. L’insieme di questi due aspetti contrastanti finisce per causare una perdita di peso e il cambiamento della composizione dell’organismo (rapporto tra grasso corporeo e massa muscolare).

Lo scopo di questo lavoro è di puntualizzare brevemente gli aspetti nutrizionali fondamentali e le strategie che possono essere adottate per minimizzare la perdita del peso e migliorare lo stato di salute e la prestazione fisica.

2 Cause di perdita di peso in altitudine

Dando per scontato che sia assunto cibo sufficientemente appetibile, ben preparato e in ambiente confortevole, resta ancora il problema fondamentale che la quantità di cibo e di liquidi introdotta sia adeguata.

In alta quota si perdono sia l’appetito sia la percezione del gusto e già con una ridotta quantità di cibo aumenta la sensazione di sazietà, cioè ci si sente ‘pieni’ con piccole porzioni. Questa ‘anoressia da montagna’ causa una significativa perdita di peso a cominciare per alcuni soggetti dai 3600 metri, e per la maggior parte sui 5000 metri (cioè la perdita di 1-2 Kg alla settimana) [2] . Si pensa che ciò si dovuto dai cambiamenti ormonali che avvengono in altitudine, in particolare quelli della leptina. Nel corso di una spedizione all’Everest, la perdita di peso (soprattutto il grasso) è maggiore tra i caucasici rispetto agli Sherpa, soprattutto oltre i 5400 metri [3]. Gli Sherpa con 9.1% di grasso corporeo al campo base, in alta quota conservavano inalterato questo valore e la circonferenza degli arti, mentre le persone caucasiche, che avevano il 18.4%, riducevano il grasso corporeo e la circonferenza degli arti. Un altro studio ha simulato un trek in una camera ipobarica per 40 giorni e ha riscontrato nei soggetti una perdita di peso di 7.4+-2.2Kg, dei quali 2.5 Kg erano di grasso corporeo.

Questa perdita di peso è indipendente da ogni sintomo di male acuto di montagna (AMS), nel quale invece le persone colpite hanno fame, ma non riescono a mangiare o a bere per la nausea. L'AMS colpisce a quote moderate, generalmente oltre i 2500 metri.

La scarsa igiene personale è una delle cause principali della diarrea, e questo argomento è trattato nel documento n. 5 dell'UIAA (*Diarrea del viaggiatore*). La diarrea è a sua volta causa di perdita di peso e di elettroliti a qualunque quota. Come rimpiazzare liquidi ed elettroliti viene trattato al punto 4.1.

Altre ragioni che possono contribuire alla perdita di peso possono essere la mancanza di appetito dovuta al diverso tipo di alimentazione, di comfort e di abitudini o la lontananza dalla famiglia o dagli amici. La necessità di mangiare e bere può essere ridotta dagli impegni fisici, dalla scalata o perfino dalla preoccupazione di sopravvivere [4].

Indipendentemente dal proprio stato fisico, l'ipossia può anche modificare la sorgente di energia utilizzata preferenzialmente dall'organismo (grassi o carboidrati), e questo in maniera diversa tra i due sessi [5].

In alta quota, la composizione dell'organismo cambia con la perdita di peso, e questo dipende dal profilo di altitudine, dalla composizione di base dell'organismo e dal sesso. Anche il bilancio idrico dell'organismo può essere modificato dalla condizione di ipossia.

Quando è facilmente disponibile del cibo appetibile e si può mangiarlo in un ambiente confortevole, è possibile minimizzare la potenziale perdita di peso [2, 4, 6, 7].

3 Prima della spedizione

3.1 Come stabilire la qualità e la quantità di cibo da portare in spedizione

Decidere quali razioni di cibo si debbano portare in una spedizione dipende dalle necessità dietetiche dei componenti la spedizione e dalla durata della stessa. Prima della partenza, è bene eseguire un controllo odontoiatrico e le eventuali cure richieste.

Poiché è probabile che ci saranno momenti in cui l'energia introdotta non sarà sufficiente ad integrare quella utilizzata (cioè l'assunzione di calorie può essere ridotta di un terzo a circa 5000 metri), è importante che la dieta sia appetibile, soddisfacente e facile da preparare e da mangiare per minimizzare ogni possibile perdita di peso [2].

Una buona e utile strategia è quella di avere una ampia varietà di cibi altamente energetici e ben preparati da scegliere ai pasti o da mettersi in una tasca facilmente raggiungibile durante la scalata (soprattutto carboidrati). E' utile anche avere a disposizione per ogni individuo una ampia selezione di spezie e sapori, per migliorare l'appetibilità dei cibi quando la percezione del gusto si riduce con l'altitudine. Per esempio, in uno studio condotto durante una spedizione all'Everest, nel corso di alcune settimane sono stati usati 2.3 Kg di pepe di Caienna [6].

Le pentole per cucinare devono essere facilmente pulibili per risparmiare tempo, lavoro ed evitare il rischio di infezioni intestinali perché le pentole non sono state pulite bene dal cibo precedente. Usare un coperchio permette di risparmiare energia. Spesso è utile cucinare i cibi in una singola pentola che cuocia rapidamente, usando la minima quantità di carburante, e che richieda poca acqua per la cottura e la pulizia sua e degli utensili usati, dopo l'utilizzo. Per esempio, in uno studio condotto durante una spedizione all'Everest, il campo III di fronte al Lhotse venne posto precariamente su un pendio di 45° di solido

ghiaccio. La preparazione dei cibi fu limitata pertanto a quei prodotti (generalmente carboidrati ad alto contenuto energetico) che potevano essere mangiati senza bisogno di cottura o a quelli che potevano essere preparati mescolandoli semplicemente con acqua calda [4]. In molti studi militari, nei quali sono state usate razioni alimentari espressamente preparate per fornire l'energia e gli elementi nutritivi richiesti nel corso di esercitazioni in alta quota, si è dimostrato che quando le razioni sono state aperte, i cibi che non piacevano venivano scartati (in genere il 10-20%, ma anche fino al 40%) prima di mangiare il resto della razione, creando un deficit energetico [6]. Analogamente questi risultati sono stati dimostrati in studi condotti su alpinisti 'civili'.

Non c'è motivo di portare cibi che poi non saranno utilizzati. Si deve valutare con attenzione le necessità alimentari, le preferenze e i cibi che non piacciono di tutti i componenti la spedizione. Per garantire il giusto equilibrio tra l'introduzione di energia richiesta e la buona appetibilità del cibo stesso, risulta importante la facilità con cui i pasti potranno essere preparati in alta quota e al freddo.

Esempi di diete non sono incluse in questo lavoro, poiché esiste una grande varietà di richieste e necessità alimentari individuali, che dipendono da:

Tipo di dieta normale (vegetariana, uova-latte, onnivora)	Salute (problemi gastrici, diabete) Livello di allenamento fisico
Religione (rigida vegetariana, Kosher) Qualunque pratica alimentare restrittiva	Rapporto % tra grasso corporeo e massa muscolare Preferenza per il dolce o il salato
Età e sesso Intolleranze alimentari / allergie	Terapie in corso che possono essere incompatibili con alcuni alimenti

In caso di gravi allergie alimentari, questi cibi devono possibilmente essere esclusi da tutte le razioni. In caso di una reazione anafilattica, verificare che l'adrenalina da utilizzare in emergenza (auto iniettore EpiPen) possa agire alla temperatura incontrata.

Dove comprare i cibi – a casa o all'estero? Considerare la scadenza dei cibi, la loro temperatura di conservazione, il peso e l'imballaggio delle derrate alimentari e chi si dovrà portare il tutto (voi o i portatori?). Come/dove verrà scartato l'imballaggio?

Una volta che sono note tutte le informazioni alimentari, non ci sono più problemi per pianificare un profilo alimentare che soddisfi le preferenze e le richieste delle persone. Se gli organizzatori della spedizione hanno anche l'incarico di provvedere al cibo, assicuratevi che provvedano correttamente alle esigenze alimentari dei componenti la spedizione.

3.2 Provare la preparazione/assunzione dei cibi da spedizione a casa

Sperimentate la cottura dei cibi che consumerete durante la spedizione. Provate la versione in polvere del latte, uova, formaggi, ecc. Provate le verdure disidratate, i dadi per brodo, la frutta essiccata e vari tipi di frutta secca. Se utilizzate cibi preconfezionati, assicuratevi che abbiano un buon sapore. Cibi quali le lenticchie, l'avena e quelli disidratati devono essere ben reidratati prima dell'uso, altrimenti assorbiranno acqua dal vostro tratto

digestivo causando stitichezza e disturbi gastrici. Ricordate, alle quote più alte non avrete voglia di mangiare e non gusterete il cibo in maniera corretta.

Sperimentate la conservazione del cibo alle temperature che ci saranno durante la spedizione. Climi caldi possono modificare la consistenza del cibo o provocare facilmente il loro deterioramento. Il freddo estremo può rendere certi alimenti (caramelle, cioccolato, torrone) troppo duri o fragili da masticare facilmente, il che può provocare problemi dentali (denti scheggiati, perdita di otturazioni).

3.3 Controllate il valore della sideremia prima di partire!

Prima di partire per una lunga spedizione, con il vostro medico controllate il valore della sideremia (ferro nel sangue), correggendo ogni eventuale squilibrio e le sue cause! Possono essere necessari 3-6 mesi di trattamento per correggere valori bassi di sideremia. Le donne e le persone vegetariane sono a rischio maggiore e dovrebbero sempre eseguire questo controllo prima di andare in alta quota.

4 Durante la spedizione

4.1 Come mantenersi ben idratati in altitudine ed evitare problemi di disidratazione e diarrea

Non ci sono dubbi su come l'AMS, l'HAPE e l'HACE siano caratterizzati dall'accumulo di liquidi in eccesso in zone "sbagliate" del corpo (vedi Documento UIAA n.2). Ma non ci sono nemmeno dubbi su come anche la disidratazione – cioè l'insufficiente assunzione di liquidi, la sudorazione profusa, la diarrea - possa causare da parte sua gravi problemi di salute. A livello del mare, una perdita del 2-5% del peso per perdita di liquidi può causare sete, mal di testa, affaticamento, sudorazione profusa, riduzione delle prestazioni fisiche e mentali, secchezza delle fauci, brividi e aumento della viscosità del sangue. E una perdita dell'8% di liquidi può causare la morte. In quota (cioè oltre i 2500m) il mantenere un adeguato bilancio idrico è fisiologicamente più complesso (influenzato dal profilo di ascesa) ma è altrettanto importante. Anche se avete ben pianificato una sufficiente e regolare assunzione di acqua sicura, resta comunque da capire se avete introdotto soltanto 'semplice' acqua oppure liquidi arricchiti di elettroliti (sodio) e zuccheri.

Le seguenti note servono per aiutarvi ad adottare una corretta strategia di idratazione in quota.

Se siete ben idratati, le vostre urine devono sempre risultare di un colore giallo pallido ed in quantità sufficiente. Un colore giallo scuro, addirittura color marsala, o una quantità scarsa di urina sono segni di un grave stato di disidratazione o anche di un quadro di AMS.

Non è possibile stabilire con esattezza quale quantità di acqua si debba assumere ogni giorno, poiché essa varia in funzione delle condizioni climatiche, dell'entità/intensità dell'attività fisica svolta, della quantità individuale di sudore perso, del sesso, ecc. Uno studio condotto sull'Everest ha dimostrato una perdita di acqua di 3.0+-0.5 l/giorno nelle persone sedentarie e di 3,3+-0.6 l/giorno negli scalatori. Un altro studio ha confrontato le

perdite di acqua, nelle medesime condizioni ambientali ma a quote differenti (5000-7000m e 7000-8848m), risultate essere rispettivamente di 3.7±0.6 l/giorno e 3.3±0.8 l/giorno [2].

A titolo di confronto, in un ambiente a clima temperato e a livello del mare, le necessità basiche di liquidi (tra cibo e bevande) per un uomo di 70Kg e una donna di 55Kg risultano essere rispettivamente di 2.5 l e 2.2 l/giorno o circa 1.2 l/giorno di sole bevande (6-8 bicchieri). Ma quando il livello di attività fisica e/o la temperatura ambientale aumentano, la sudorazione può risultare molto variabile tra gli individui e può facilmente raggiungere gli 1-2 l/ora.

E sudare profusamente non significa solo perdere acqua. Il sudore contiene altri elementi quali ferro, potassio e sodio (sale). Per esempio, se una persona suda copiosamente lasciando un alone bianco sugli indumenti o se il sudore colando provoca bruciore agli occhi, questo significa una perdita di sodio (sali) superiore alla norma, e quindi la necessità di aumentare la quantità di sali nei cibi o nelle bevande, oltre al rimpiazzo dell'acqua persa. Non esistono dati certi che considerino l'uso di bevande elettrolitiche in altitudine e non è possibile fornire un valore preciso sulla quantità di sodio necessaria giornalmente in alta quota. Alcune spedizioni hanno fatto in questo modo: nel 1994 le razioni militari per i climi freddi prevedevano 4500 kcal di sostanze altamente energetiche (carboidrati e grassi), 4500 mg di sodio e 90 gr. di proteine; la relazione medica redatta al termine di una spedizione alpinistica delle Special Forces Alaskan, nel corso della quale erano state utilizzate queste razioni alimentari, affermava che i casi di esaurimento fisico accusato dai componenti la spedizione erano da imputare alla perdita di sali piuttosto che alla perdita di glicogeno o alla disidratazione. In una spedizione all'Everest del 1989 non furono usate aggiunte di sale nei cibi, anche se molti alimenti erano già salati. Un'altra segnalazione aneddotica riferisce di un team che, forzandosi di bere 4 litri al giorno di una bevanda elettrolitica, si è ammalato perché la loro sudorazione non era stata così importante provocando – si pensa – un'intossicazione da elettroliti [6]. Pugh (nel 2004) osservò alpinisti che vivevano a 19000 piedi (circa 5800 m) consumare giornalmente 340 gr. di zucchero, di solito sciolto nelle bevande [7]. Nel caso si consumino bevande con caffeina, sarebbe meglio evitarle a fine giornata per non interferire con il sonno.

In ultimo, il discorso può essere così sintetizzato: ricordarsi di bere regolarmente, con l'attività fisica aumenta la perdita insensibile di acqua, in caso di sudorazione profusa o di attività fisica strenua è necessario un apporto maggiore di liquidi con elettroliti e adeguati zuccheri. Non bere eccessivamente in una sola volta, altrimenti gli elettroliti plasmatici si diluiscono ulteriormente (iponatriemia).

In ogni caso, può risultare molto difficile mantenersi adeguatamente idratati in alta quota. La disponibilità di acqua può essere problematica – cioè sciogliere una sufficiente quantità di neve, produrre chimicamente acqua potabile o anche solo ricordarsi di bere a sufficienza regolarmente. Per abituarvi al gusto, allenatevi a bere acqua iodata, se questa è quella che sarà fornita durante la spedizione. Se necessario, provate ad aggiungere pastiglie effervescenti di vitamina C o analoghe, per mascherare il sapore e renderlo più piacevole. L'acqua di fusione dei ghiacciai può contenere polveri di roccia abrasive o alte quantità di sali, che possono produrre effetti lassativi; quindi, prima di bere quest'acqua, conviene lasciarla depositare, filtrarla e purificarla con la bollitura o chimicamente. L'acqua dei ruscelli lungo i percorsi molto frequentati può risultare inquinata da materiale fecale e quindi necessita di essere sterilizzata. Il processo di sterilizzazione dell'acqua mediante pastiglie di cloro (Amuchina 0.05%, Micropur^R, Steridrolo^R) o soluzione iodata (8 gocce per 1 litro di acqua) richiede un minimo di 20 minuti di tempo perché risulti efficace (per notizie più dettagliate, vedi Documento UIAA n.6, "Disinfezione dell'acqua"). Ricordate che il

cattivo sapore dell'acqua non può essere il motivo per non bere il necessario per stare bene.

Per l'adulto, in caso di disidratazione dovuta alla diarrea, bisogna preparare una soluzione elettrolitica basica usando: 1 cucchiaino da tè di sale e un cucchiaio da tavola di zucchero in un litro di acqua sterile (per notizie più dettagliate sul come preparare una soluzione elettrolitica, vedi Documento UIAA n. 5 "Diarrea del Viaggiatore"). Per i ragazzi, consultare un medico e preferibilmente utilizzare prodotti orali commerciali, con le dosi giuste per il peso del ragazzo.

4.2 Ritenzione idrica in corso di Male Acuto di Montagna (AMS)

Sebbene un corpo sia composto in media dal 50-60% di acqua, la sua distribuzione nei vari tessuti varia in maniera considerevole. Per esempio, la quantità di liquidi nel sangue, nel cervello, nei muscoli e nelle ossa è circa del 91, 81, 76 e 13% rispettivamente. Per cui non sorprende che le prestazioni fisiche e mentali possano essere progressivamente alterate con l'aumento del livello di disidratazione. In uno stato di disidratazione, ogni livello dell'attività fisica è compromesso, motivo per cui assicuratevi di essere ben idratati quando lasciate il campo e trovate il modo di bere regolarmente quando necessario – cioè, nei climi più caldi potete utilizzare un sistema di idratazione a zainetto ("camelback") o riempire una borraccia con una bevanda calda di sera e metterla nel sacco a pelo in modo da averla subito a disposizione per berla al mattino.

L'esposizione all'ambiente ipossico può alterare il bilancio ormonale, creare spostamenti di liquidi tra i compartimenti tissutali dell'organismo e modificare la quantità della diuresi.

Alcuni studi dimostrano che quando gli individui sono esposti acutamente all'ipossia, quelli che manifestano ritenzione idrica nelle prime ore hanno maggiori probabilità di sviluppare l'AMS (vedi Documento UIAA n. 2 sul trattamento dell'AMS,HAPE e HACE).

Coloro che sviluppano l'AMS devono ridurre contemporaneamente l'introduzione di elementi energetici e di acqua, indipendentemente da ogni altre perdita di peso che possa manifestarsi per le ragioni già esposte. In corso di AMS, la ritenzione idrica è accompagnata da una riduzione della perdita dell'acqua totale nell'organismo (compresa ritenzione urinaria). Uno studio ha dimostrato un aumento significativo dell'acqua totale nell'organismo (uno spostamento di almeno 1 litro dai compartimenti intracellulari a quelli extracellulari) nel giro di 4 giorni. Un altro studio controllato, nel quale 55 adulti sono stati esposti ad una quota di 4880m a riposo per 12 ore, ha dimostrato che in coloro che hanno manifestato l'AMS vi era stata una maggior ritenzione di liquidi. Molti lavori hanno dimostrato una diretta correlazione tra la ritenzione di liquidi e l'AMS.

In conclusione:

acclimatarsi in maniera adeguata!

4.3 Carezza di Micronutrienti - (vitamine e sali minerali)

Esula dallo scopo di questo lavoro l'analisi approfondita di tutti i *micronutrienti* – quei piccoli ma essenziali componenti degli alimenti conosciuti come vitamine e sali minerali. Per garantire un adeguato apporto di micronutrienti, bisogna mangiare un'ampia varietà di

cibi, possibilmente non raffinati, o con aggiunta di vitamine e minerali (cereali). Le carenze di sali minerali che più tipicamente si riscontrano tra gli atleti, soprattutto le donne e i vegetariani, sono il calcio, il ferro e lo zinco. Questo è normalmente dovuto alla ridotta assunzione di alimenti energetici, cibi animali quali pesce, carne, prodotti caseari o pollame, oppure alla combinazione tra loro di alimenti che ostacolano l'assorbimento ottimale di questi minerali. Per esempio, il ferro è scarsamente assorbito quando associato con i fitati (derivati dell'acido fitico, si trovano nella crusca, nelle farine o nei risi raffinati, nei semi di soia) o con il calcio (nei prodotti caseari o latticini), ma è ben assorbito quando è introdotto sotto forma di prodotti animali a base di eme (carni, pesce) e quando associato alla vitamina C.

4.4 Come comprendere e calcolare la quantità di apporto energetico necessario

In un mondo ideale:

$$\text{ENERGIA ASSUNTA} = \text{ENERGIA SPESA}$$

In un mondo montano, soprattutto alle quote più alte:

$$\text{ENERGIA ASSUNTA} < \text{ENERGIA SPESA}$$

(...con la conseguente perdita di peso!)

Per aiutarvi a capire come calcolare il fabbisogno energetico giornaliero, vi proponiamo le seguenti regole su come avviene il consumo di energia a livello del mare e in altitudine. Il calcolo della tabella 1 risulta facile da fare. Molte persone si stupiscono nell'apprendere come la maggiore richiesta di energia sia necessaria per far funzionare l'organismo e mantenere stabile la temperatura centrale, e come risulti impegnativa l'esposizione a temperature ambientali più calde o più fredde.

Assunzione Energetica (EI) è la somma delle calorie totali (kcal, kj o Mj) introdotte con i cibi e le bevande.

L'assunzione di energia è influenzata dall'età, sesso, struttura dell'organismo (% di massa grassa e % di massa muscolare), dalle dimensioni, dallo stato di salute, dal patrimonio genetico, dal clima, dal metabolismo basale e dall'attività fisica svolta. Ogni 450 grammi di peso corporeo equivale a 3500 kcal. Cioè, un deficit di 3500 kcal risulta in una perdita di peso di 450 grammi (0.45Kg).

(Nota: per convertire kcal in kj bisogna moltiplicare per 4.81; per convertire kcal in Mj moltiplicare per 0.0042)

Consumo Energetico (EE) è la somma del consumo giornaliero 'speso' dall'organismo attraverso 3 differenti vie (tra parentesi le percentuali giornaliere):

- Metabolismo basale (60-75%)
- Attività fisica (20-35%)
- Energia utilizzata per la digestione (4-7%)

Analizziamo ora più approfonditamente questi tre aspetti caratteristici di ogni individuo dal momento che essi rivestono implicazioni nutrizionali importanti in corso di esposizione all'altitudine e al freddo.

4.4.1 Metabolismo basale (MB)

L'MB rappresenta l'energia totale necessaria all'organismo per poter funzionare senza svolgere alcuna attività fisica – in altre parole, l'energia richiesta per dormire, per l'attività metabolica cellulare, il rinnovamento o la riparazione delle cellule, per il mantenimento della temperatura centrale stabile, ecc. L'MB ha un valore maggiore quando il giorno precedente si sia svolta attività fisica, dal momento che i muscoli sono metabolicamente attivi.

L'MB normalmente richiede il 60-75% dell'EE giornaliero. Viene misurato accuratamente mediante l'analisi degli scambi gassosi respiratori con il soggetto sdraiato, in riposo fisico e mentale, in ambiente riscaldato e almeno a 12 ore di distanza dall'ultimo pasto. Dal momento che ciò non è possibile per la maggior parte delle persone, è possibile ottenere facilmente una stima attendibile utilizzando la tabella 1.

L'MB è maggiore nelle persone attive rispetto a quelle sedentarie, dal momento che le prime hanno una massa muscolare metabolicamente più attiva. La composizione dell'organismo è probabilmente la determinante fisiologica più importante per la capacità termoregolatoria di tollerare il clima freddo [6]. Il riuscire a minimizzare gli effetti negativi del freddo comporta implicazioni nutrizionali importanti. Esistono due tipi di risposta fisiologica al freddo: - a) la vasocostrizione periferica per limitare la perdita di calore e risparmiare energia e -b) l'attività fisica, i brividi o quegli atti che servono ad aumentare la produzione di calore e, di conseguenza, richiedono maggior energia [6]. In ambiente estremamente freddo, l'MB può aumentare di 5 volte il valore basale a riposo per i brividi che l'organismo sviluppa per tentare di mantenere il calore. In un clima tropicale, l'MB aumenta del 5-20%, più un altro 5% quando si svolge attività fisica. Ogni volta che si raggiunge una nuova alta quota, l'MB aumenta del 10-20% o più. Quindi nei climi estremi, la composizione dell'organismo, il livello di attività fisica, la quota e la risposta termoregolatoria comportamentale alla temperatura (cioè il tipo di abbigliamento, il rifugio) ovviamente influenzeranno direttamente l'MB e la quantità di energia richiesta. E da non dimenticare l'energia extra necessaria per affrontare i giorni di tempo cattivo.

4.4.2 Come calcolare l'energia necessaria per l'attività fisica

L'attività fisica richiede l'introduzione di energia addizionale, la cui quantità dipende dal tipo, intensità e durata dello sforzo che si vuole svolgere. Questa energia addizionale (kcal) deve essere aggiunta all'MB giornaliero e si calcola

nel modo seguente (tabella 1):

Tabella 1. Formule per il calcolo dell'MB (Department of Health, UK 1991)

	età (anni)	formula per l'MB giornaliero (MJ/giorno)	
uomini	10-17	$0.074(wt)^* + 2.754$	Per.es, per calcolare l'MB giornaliero per un uomo di 25 anni che pesa 70kg, il calcolo corretto utilizzando la tabella 1 è: $0.063 \times 70\text{kg} + 2.896 = 7.306 \text{ MJ/day}$ Per trasformare MJ in kcal, dividere per 0.0042: $7.306/0.0042 = 1740 \text{ kcal/giorno}$
	18-29	$0.063(wt) + 2.896$	
	30-59	$0.048(wt) + 3.653$	
	60-74	$0.0499(wt) + 2.930$	
donne	10-17	$0.056(wt) + 3.434$	Queste 1740 kcal sono la quantità di energia che il corpo utilizza solo per mantenere le funzioni basiche giornaliere di questo giovane uomo senza alcuna attività fisica o alimentazione. Esse rappresentano il valore basale di EE, al quale si deve aggiungere ulteriore energia per compensare quella necessaria per l'attività fisica.
	18-29	$0.062(wt) + 2.036$	
	30-59	$0.034(wt) + 3.538$	
	60-74	$0.0386(wt) + 2.875$	
		*(wt) = peso corporeo in Kg	

Questo indice di attività fisica è la componente più variabile di EE. Come multiplo dell'MB esso varia da un minimo assoluto di un valore 1 per coloro che non si alimentano o non si muovono, a 1.5 per le persone sedentarie, a un valore 2 per una persona attiva. Non è possibile mantenere valori oltre 2.5 senza specifici supplementi di cibo. In una spedizione all'Everest è stato calcolato un indice di 2.2+-0.3, un valore molto vicino a quello di atleti fondisti molto allenati [2]. Un altro studio con salite oltre i 6000 m. ha trovato valori superiori a 3.0+-0.7 [2]. In questi studi l'EI e l'EE non corrispondevano.

4.4.3 Consumo di energia legato all'alimentazione

Normalmente l'energia spesa per i processi legati all'alimentazione (masticazione, processi digestivi, assorbimento intestinale, ecc) rappresenta il 10% dell'EE. Comunque, poiché molte persone in altitudine sono in bilancio energetico negativo e il malassorbimento dei cibi non è significativo, questo consumo energetico in calore dovuto all'alimentazione (perdita di calore con le feci) non è significativo. Alcuni studi in quota hanno riportato un valore di spesa di energia dovuta all'alimentazione del 4-7% [2].

4.5 Distribuzione dei macronutrienti – carboidrati, grassi e proteine – in altitudine.

I cibi e i liquidi sono un insieme di *macronutrienti* (gruppo degli alimenti ‘maggiori’) – carboidrati o zuccheri, grassi o lipidi e proteine, come illustrato nella tabella 2. Il posto, la velocità e l’ampiezza del processo digestivo dei carboidrati dipendono largamente dal loro modo di cottura, e questo fatto comporta implicazioni importanti sulla salute e sulle prestazioni fisiche dell’individuo.

Da evitare i carboidrati troppo raffinati con basso contenuto di micronutrienti, meglio i cereali e le farine grezze.

Osservazioni e studi hanno dimostrato che negli alpinisti in alta quota, quando sono loro che possono scegliere il tipo del cibo, la maggior quantità di energia proviene dai grassi. L’idea che gli alimenti ricchi di carboidrati siano i cibi preferiti alle quote più alte non trova dimostrazione in questi studi. Comunque, i carboidrati devono sempre rappresentare la quantità maggiore nella dieta (55-65%), dal momento che essi sono il ‘carburante’ preferito per i muscoli ed aiutano a mantenere una dieta bilanciata.

I muscoli hanno una scorta limitata di carboidrati – sotto forma di glicogeno – che necessita di un costante rimpiazzo durante il lavoro muscolare. I muscoli allenati sono in grado di immagazzinare una quantità maggiore di carboidrati, rendendoli più efficienti. Per esempio, la quantità totale di glicogeno che può essere immagazzinata in 100 gr. di muscolo è di 13 gr nel muscolo non allenato e di 32 gr in quello allenato; e quando un muscolo allenato è completamente carico di carboidrati esso può contenere 35 – 40 gr di glicogeno. La deplezione muscolare di glicogeno è chiaramente legata al suo lavoro durante lo sforzo, quindi gli snack di carboidrati, che sono facilmente raggiungibili nelle tasche e nello zaino durante il trekking, sono un ‘carburante’ molto utile per aiutare a mantenere o ripristinare il loro livello muscolare, evitando di dover sovraccaricare lo stomaco per l’eccessiva introduzione di carboidrati in un singolo pasto. Nota: evitare l’assunzione di glicogeno puro!

In funzione dell’intensità dell’esercizio fisico, del sesso, delle condizioni di allenamento, ecc, l’organismo può anche preferire di utilizzare il metabolismo dei grassi. Essi richiedono una maggior quantità di acqua per la rottura dei loro legami chimici, il che produce un maggior consumo di liquidi che devono poi essere rimpiazzati. Il mantenere o l’aumentare la massa muscolare richiede un attento equilibrio tra acqua, carboidrati e proteine, assunti a tempo debito.

Il consumo della massa muscolare che avviene in alta quota può essere il risultato di un non corretto assecondamento delle richieste energetiche, o perché non sono state introdotte adeguatamente con l’alimentazione e/o perché c’è stato un aumento dell’attività fisica non supportato da una loro introduzione addizionale. Esistono anche degli adattamenti fisiologici alla quota che si realizzano e che possono influenzare la qualità e la quantità del cibo che si introduce e quale ‘carburante’ l’organismo preferisce come tipo di energia. Uno apporto energetico insufficiente rispetto alle esigenze può comportare un utilizzo delle proteine alimentari come carburante, invece che come sorgente proteica per altre funzioni metaboliche importanti quali la produzione e la conservazione della massa muscolare, la sintesi di ormoni ed enzimi. L’utilizzo di proteine come carburante può aumentare la perdita di acqua con il rischio aumentato di disidratazione.

A livello del mare, subito dopo le attività fisiche più impegnative sono raccomandati gli alimenti, anche gli snacks, che combinino piccole dosi di proteine con carboidrati per

ricostituire le riserve di glicogeno (così come è raccomandato il ripristino dei liquidi persi). Questo ricarico di carboidrati dovrebbe essere di 1.5 gr/Kg di peso corporeo nei primi 30 minuti, poi nuovamente ogni 2 ore per 4-6 ore per rimpiazzare le riserve di glicogeno utilizzate. Queste raccomandazioni possono essere difficili da seguire in alta quota, in ogni caso nella tabella 2 sono fornite ulteriori informazioni.

Inoltre, in funzione delle soggettive preferenze abituali, il tipico fabbisogno giornaliero alimentare di un atleta, per kilo di peso corporeo, sono: carboidrati 6-10 gr/Kg, proteine 1.2-1.4 gr/Kg, ma anche 1.6-1.7 gr/Kg in atleti estremamente allenati; non ci sono vantaggi sulla salute o sulla prestazione fisica in una dieta che preveda un'assunzione di grassi totali inferiore al 15% del totale, in ogni caso si raccomanda che essa sia del 15-25%, in funzione del tipo di attività sportiva [8].

Alcuni studi suggeriscono che, per gli alpinisti che hanno la possibilità di scegliere la qualità dei cibi, la variazione in percentuale dei macronutrienti nella dieta non variava significativamente con l'aumentare della quota. Per es., quando l'assunzione giornaliera nel corso di una spedizione all'Everest si manteneva tra il 20% di grassi e il 65% di carboidrati oppure tra il 35% di grassi e il 50% di carboidrati, non si sono evidenziate differenze di prestazione tra gli alpinisti che hanno scalato l'Everest.

Tabella 2. Distribuzione dei macronutrienti in altitudine (Gruppo Alimenti Maggiori)

Macronutrienti / Fonte di energia	Quantità di energia (kcal / gr)	Energia equivalente e di ossigeno (kJ/l)	Approssimato % nella dieta giornaliera in quota	Esempi di alimenti	Note importanti
CARBOIDRATI (CO) Utili per mantenere una glicemia adeguata e le riserve di glicogeno, quindi da assumere frequentemente. (è il cibo preferito per esercizi di moderata-alta intensità).	4	21.1 Tutti i muscoli hanno riserve di CO (glicogeno) per gli sforzi intensi, che necessitano di un costante rimpiazzo.	Circa il 56% (studi dimostrano una assunzione giornaliera tra il 50-65%) Nota: un'eccessiva introduzione (>70%) può causare disturbi gastrici e probabilmente causare uno sbilanciamento nella dieta che può inibire la biodisponibilità di vitamine e minerali	Riso, pasta, noodles, cereali, patate, crackers, pane, bevande con polimeri del glucosio, frutta secca o in scatola, cioccolato, zucchero.	Fonte di energia più importante per le attività fisiche (i muscoli richiedono CO). Hanno la maggior resa di energia per mole di ossigeno. Poiché rappresentano la maggior % della dieta, essi non devono essere troppo raffinati – ogni farina o cereale deve preferibilmente essere fortificato con minerali / vitamine, Assumere sufficienti CO prima/durante/dopo ogni sforzo energetico che duri > 1 ora, per mantenere stabili i livelli della glicemia. Studi militari in quota raccomandano almeno 400 gr/giorno di CO ([6] pag 74).
GRASSI (forniscono le vitamine essenziali liposolubili; alimenti ad alta energia; elementi essenziali della membrane cellulare)	9	19.6	Circa 28% (studi dimostrano un'assunzione giornaliera del 20-35) [1]	Olio, margarina liquida, burro, cibi in scatola sott'olio, noccioline, arachidi, noci, olio di pesce in scatola.	Maggior energia (kcal) rispetto ai CO per grammo, Hanno il sapore migliore tra tutti gli alimenti – spesso migliorano la percezione/gusto/la appetibilità dei cibi). A livello del mare, non c'è alcun vantaggio nella prestazione fisica con un apporto di grassi < 15%. Cercare di evitare i grassi saturi, usare olio con grassi monoinsaturi (olio d'oliva).
PROTEINE (se l'apporto delle altre fonti di energia è inadeguato, le proteine vengono utilizzate quali sorgenti energetiche – ma non va bene! Le proteine sono necessarie per costruire e riparare i tessuti e i muscoli)	4	18.7	15%	Formaggio, salsiccia, bastoncini di carne, pesce in scatola, uova, legumi, lenticchie.	Macronutrienti molto sazianti. Si consiglia che essi non superino il 15% della dieta, per il alto effetto termico/metabolico.
ALCOOL	7		0%		Alto livello calorico, ma effetti devastanti per l'attività sportive, poiché disidratata, aumenta la diuresi, danneggia la capacità mentale e la prestazione fisica. E' anche un vasodilatatore che aumenta la perdita periferica di calore.

Bibliografia

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.

Membri della UIAA MedCom (in ordine alfabetico)

C. Angelini (Italia), B. Basnyat (Nepal), J. Bogg (Svezia), A.R. Chioconi (Argentina), E. Donegani (Italia), S. Ferrandis (Spagna), U. Gieseler (Germania), U. Hefti (Svizzera), D. Hillebrandt (U.K.), J. Holmgren (Svezia), M. Horii (Giappone), D. Jean (Francia), A. Koukoutsis (Grecia), J. Kubalova (Rep.Ceca), T. Kuepper (Germania), H. Meijer (Olanda), J. Milledge (U.K.), A. Morrison (U.K.), H. Mosaedian (Iran), S. Omori (Giappone), I. Rotman (Rep.Ceca), V. Schoeffl (Germania), J. Shahbazi (Iran), J. Windsor (U.K.)

Storia di questo documento

La versione attuale è stata approvata nel corso del meeting UIAA MedCom tenutosi ad Adršpach – Zdoňov / Rep.Ceca nel 2008.