



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](mailto:office@uiaa.ch)

SPOLEČNÉ PROHLÁŠENÍ LÉKAŘSKÉ KOMISE UIAA

č. 4

Výživa v horolezectví

**Pro lékaře, zájemce z řad nelékařů a organizátory
trekingových a expedičních výprav a jejich
spolupracovníky**

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

**Překlad: Ivan Rotman
2016**

Obsah

1 Úvod	3
2 Důvody ztráty tělesné hmotnosti ve výšce	3
3 PŘED EXPEDICÍ	4
3.1 Jak určit dávky potravin pro výpravu?	4
3.2 Otestujte si přípravu a chuť potravin před odjezdem!	5
3.3 Před expedicí přešetřete stav železa v organismu!	5
4 V PRŮBĚHU EXPEDICE	6
4.1 Vodní a elektrolytová rovnováha a prevence dehydratace a průjmů	6
4.2 Zadržování vody v těle a akutní horská nemoc (AHN)	7
4.3 Nedostatek vitaminů a minerálů	8
4.4 Spotřeba energie a její odhad	8
4.4.1 Klidová přeměna	9
4.4.2 Odhad potřeby energie při tělesné zátěži	9
4.4.3 Termický vliv stravy	10
4.5 Sacharidy, tuky a bílkoviny ve výšce	10
Tabulka 2. Živiny ve výšce	12
Literatura	14
Členové Lékařské komise UIAA (v abecedním pořadí)	14
Historie předloženého doporučení	14

1 Úvod

„Příjem přiměřeného množství kalorií a tekutin je přinejmenším stejně tak důležitý jako přísun kyslíku“ [1]

Přestože tyto řádky napsal Pugh na základě poznatků z úspěšné expedice na Everest v roce 1953, uskutečnily se vědecké studie na téma „Výživa v horách“ prakticky výlučně až v posledních 20 letech.

Horolezectví je se svými četnými disciplínami — alpské horolezectví, trekking, expediční horolezectví atd. — psychicky jako i fyzicky vysoce zatěžujícími vytrvalostními druhy sportů. Stále stoupající počet osob vyhledává velké výšky, ať je to pro sport, výškový trénink, zotavení nebo na delší až měsíce trvající dobu. Přiměřený příjem živin a tekutin zde zvyšuje výkonnost, stejně jako je tomu u každé jiné sportovní činnosti. Přirozeně se to říká snadněji než se provede, jestliže se člověk nachází v drsném prostředí ve výšce nebo v odlehle krajině.

Při plánování pobytu ve velehorách hraje navíc úlohu mnoho dalších faktorů, zvláště chce-li se člověk zdržovat ve výšce delší dobu. Se stoupající výškou, a tím zvětšující se hypoxií nastupují komplexní fyziologické přizpůsobovací mechanismy. Chuť k jídlu a vnímání chuti jsou narušeny. Tělesná zátěž může vyžadovat i více než dvojnásobek energie (příjem kalorií) než v nížině, Tato kombinace účinků má za následek úbytek tělesné hmotnosti, jakož i změnu složení těla (procento tuku a svalové hmoty).

Cílem tohoto doporučení je tudíž shrnout přehlednou formou podstatná fakta na téma „Výživa v horách“ a ukázat strategii, jak minimalizovat ztráty tělesné hmotnosti a optimalizovat zdravotní stav a výkonnost.

2 Důvody ztráty tělesné hmotnosti ve výšce

I když se budou předpokládat dostatečné zásoby potravin, pravidelně připravovaná jídla a stravování v relativně pohodlném prostředí, nevyřeší se problém, aby se jedlo a pilo dostatečně.

Chuť k jídlu a vnímání chuti ve výšce slábnou. Zvýšený pocit nasycení je provázen sníženým příjmem živin – i po malých porcích je pocit nasycení. Toto „výškové nechutenství“ může způsobit značný úbytek hmotnosti. Pro některé začíná vliv asi ve 3600 m, od přibližně od 5000 m prakticky u všech. Pokles hmotnosti může činit 1-2 kg týdně [2]. Předpokládá se souvislost s výškově podmíněnými změnami koncentrace hormonů, zvláště leptinu. Ztráta hmotnosti je u Kavkazanů (Evropanů, Severoameričanů) větší než například u Šerpů, především nad 5400 m [3]. Zatímco si Šerové ve výšce udrží svůj obsah tuku 9,1 % v základním táboře, u Kavkazanů s původními 18,4 % tak tomu nebylo. V jiné studii, při simulaci výstupu na Everest v podtlakové komoře během 40 dnů, ztratily pokusné osoby $7,4 \pm 2,2$ kg, z čehož 2,5 kg připadalo na tuk.

Tato ztráta hmotnosti je zcela nezávislá na jakýchkoli příznacích horské nemoci (acute mountain sickness, AMS), přičemž postižená osoba může pociťovat hlad, avšak pro nevolnost nechce ani jíst ani pít. Na rozdíl od „výškového nechutenství“ může k akutní horské nemoci (AHN) docházet již ve výšce 2500 m.

Špatná osobní hygiena je jednou z mnoha příčin průjmu, o kterém pojednává doporučení Lékařské komise UIAA č. 5. Průjem vede ke ztrátám tělesné hmotnosti a poruchám vodní a elektrolytové rovnováhy, a to nezávisle na výšce (viz doporučení Lékařské komise UIAA č. 5). Jednoduchý rehydratační roztok je popsán na straně 6.

Jiné důvody vedoucí ke sníženému přísunu živin, a tím k hubnutí, jsou: cizí potraviny, omezené pohodlí nebo způsoby chování, anebo samota. Stravování a pití mohou být ovlivněny také vnějšími vlivy jako soustředění se na tělesnou námahu, lezení nebo kritickou situaci s otázkou přežití [4].

Hypoxie ovlivňuje zdroj energie (tuky anebo sacharidy), který je organismem přednostně zužitkován, nezávisle na stavu trénovanosti. Způsob a stupeň ovlivnění mohou kolísat v závislosti na pohlaví [5].

S výškově podmíněným poklesem tělesné hmotnosti se mění tělesné složení. Změna závisí na výškovém profilu, výchozím tělesném složení a na pohlaví. Hypoxie může rovněž ovlivnit vodní rovnováhu.

Dostatečné zásobení potravinami a relativně pohodlné prostředí pro stravování mohou úbytek tělesné hmotnosti minimalizovat [6], [4], [2], [7].

3 PŘED EXPEDICÍ

3.1 Jak určit dávky potravin pro výpravu?

Plánování výběru a množství potravin pro výpravu závisí na potřebách živin pro účastníky a na délce expedice. Pro bezproblémový příjem potravy je nutná lékařská kontrola chrupu a případně sanace chrupu před odjezdem.

Občas lze sotva zabránit situaci, kdy je příjem živin nižší než je potřeba (například přísun energie v 5000 m činí jen 1/3 příjmu v údolí). Je nutné aby byly k dispozici chutné a snadno připravitelné potraviny, aby se ztráty tělesné hmotnosti snížily na minimum [2].

Smysluplnou strategií může být výběr vysokoenergetické stravy a lehce stravitelné sacharidy, které jsou cestou volně k dispozici. Je třeba dbát na příjem různorodé stravy a osvědčilo se mít sebou výběr různých koření, která účastníci mohou použít podle svých chutí. Například při jedné expedici na Everest bylo během několika týdnů spotřebováno 2,3 kg kajenského pepře (chilli paprička) [6].

Pro úsporu času a zmenšení pravděpodobnosti infekce je třeba zajistit, aby všechny používané hrnce byly snadno omyvatelné. Používání pokliček při vaření ušetří energii. Hotová jídla, která se často používají přednostně, lze připravit rychle a ušetřit tak palivo a vodu k přípravě a mytí nádobí po jídle. Při jedné expedici na Everest byl 3. tábor postaven na holém ledu ve strmém 45° terénu. Příjem potravy tam byl omezen jen na potraviny použitelné k jídlu bez vaření (ponejvíce sacharidové koncentráty), anebo jen jednoduše smíchané s horkou vodou [4]. Výživa osob podstupujících fyzickou námahu ve výškách ihned požitelnými přídělky byla předmětem zkoumání v mnoha vojenských studiích. Bylo příznačné, že neoblíbené potraviny byly zahazovány (většinou 10-20 %, ale až 40 %) dříve, než byly snědeny ostatní požitaviny. Tímto způsobem docházelo k energetickému deficitu [6]. Civilní studie dospěly ke stejným výsledkům.

Neexistuje žádný důvod k tomu, aby se vynášelo nahoru jídlo, které se jíst nebude. Proto se mají pečlivě zjišťovat potřeby, záliby a nechutě jednotlivých účastníků. Je důležité, aby bylo ve výšce a v chladu možné vše snadno připravit, má-li se zvýšit pravděpodobnost, že budou účastníci později konzumovat jídla co nejvíce.

Toto doporučení neobsahuje příklady rozpisů jídelníčků, neboť velký počet možných řešení problému je pochopitelně příliš velký.

Jaká je normální výživa? (vegetariánství, laktoovovegetariánství, „všežravci“)	Zdravotní stav (žaludeční problémy, cukrovka). Tělesná trénovanost
Náboženství (přísné vegetariánství, košer) nebo jiné omezení	Podíl svalstva a tuku na složení těla
Věk a pohlaví	Obliba sladkostí nebo kořeněných výrobků
Nesnášenlivost živin a alergie	Léky se mohou s živinami vzájemně ovlivňovat

Jsou-li známy závažné alergie, nesmějí se tyto živiny vyskytovat v žádných potravinách. Přesto je třeba z hlediska bezpečnosti třeba brát sebou léky pro akutní případy těžké alergické reakce (anafylaxe), tj. adrenalin, kortikoidy aj. Přitom je třeba dbát, aby byly akutní léky vždy použitelné při očekávaných teplotách.

Kde potraviny nakoupit – doma a vzít sebou anebo v cílové zemi? Bere se na zřetel trvanlivost potravin a skladovací teplota, jakož i hmotnost, druh obalu a způsob dalšího transportu (ponesou horolezci sami anebo nosiči)? Jak a kdy se budou likvidovat obaly?

Když jsou předem známy individuální potřeby a požadavky, je k dispozici dostatečné množství informací a možností, jak pro expedici připravit plán stravování. Jestliže je za stravování odpovědný pořadatel, je třeba mít jistotu, že jsou splněny nezbytné dietní potřeby účastníků.

3.2 Otestujte si přípravu a chuť potravin před odjezdem!

Před odjezdem by se měla výživa plánovaná ke konzumaci na expedici bezpodmínečně vyzkoušet. Testujte sušené mléko, sušená vejce, sýr atd. Také dehydrovanou zeleninu, polévkové kostky, sušené ovoce a různé ořechy. Budou-li používána hotová jídla, ujistěte se, že jsou chuťově přijatelná. Při přípravě potravin jako čočka, vločky (Müsli) a zmrazené dehydrované výživy je třeba používat dostatečné množství vody. V opačném případě pojmu do sebe vodu ze zažívacího ústrojí a způsobí zácpu a zažívací potíže. Přitom nikdy nezapomínat, že člověk má ve výšce tak jako tak malou chuť k jídlu a málo chutné jídlo bude sotva jíst.

Kromě toho je vhodné udělat pokus se skladováním potravin při teplotách, které lze cestou očekávat. Horké klima může výrazně změnit konzistenci potravin anebo dokonce způsobit rychlou zkázu. Extrémně nízká teplota může mít za následek, že některé potraviny ztvrdnou na kámen a bez zahřátí je nelze rozkousat (např. karamel, nugát). Může to způsobit stomatologické problémy (zlomené zuby, ztráty výplní).

3.3 Před expedicí přešetřete stav železa v organismu!

Přešetřete stav železa a upravte před větší expedicí případný nedostatek. Může trvat 3-6 měsíců, než se dostatečně naplní vyprázdněné zásoby železa v organismu. Zvýšené riziko deficitu železa mají ženy a vegetariáni a mají si před odjezdem do hor nechat látkovou přeměnu železa zkontrolovat.

4 V PRŮBĚHU EXPEDICE

4.1 Vodní a elektrolytová rovnováha a prevence dehydratace a průjmů

Přes veškeré nedostatky ve znalostech detailů vzniku AHN, výškového otoku plic (HAPE) a výškového otoku mozku (HACE) nejsou pochybnosti, že se tělesné tekutiny při těchto stavech hromadí v těle na nesprávných místech (viz Doporučení LK UIAA č. 2). Nezávisle na tom, zda je dehydratace způsobena nedostatečným přísunem tekutin anebo zvýšenými ztrátami, může zapříčinit značné zdravotní problémy. Při hladině moře má ztráta 2 až 5 procent tělesné vody za následek žízeň, bolesti hlavy, únavu, difúzní pocení, zmenšenou psychickou odolnost, sucho v ústech, třesavku a studený pot, a ztráta 8 % způsobí smrt. Ve výšce (např. nad 2500 m) je udržování stability hospodářství tekutin neméně významné, má fyziologicky podstatně komplexnější charakter a je mj. ovlivněno výškovým profilem. I když se už podaří připravit k pití dostatečné množství vody, aby i ve výšce bylo možné přijímat dostatečné množství nápojů, může být stále obtížné rozhodnout, zda člověk potřebuje čistou vodu anebo navíc též minerály a sacharidy. Pro plánování příjmu tekutin mohou pomoci dále uvedené poznámky:

Dostatečné množství světle žluté moči svědčí o dostatečném přísunu tekutin. Čím je moč tmavší (nebo dokonce nahnědlá) a čím je její množství menší, tím závažnější je stávající deficit tekutin nebo také AHN.

Bohužel není možné získat přesné údaje o denní potřebě tekutin, jelikož silně závisí na zevních podmínkách jako je počasí, intenzita a objem fyzické zátěže, individuální rozdíly v produkci potu, pohlaví a další faktory. Při expedici na Everest byly naměřeny ztráty $3,0 \pm 0,5$ l/den v klidu a více u lezců $3,3 \pm 0,6$ l/den. Jiná studie sledující ztráty vody za konstantních podmínek avšak v různých výškách (5000-7000 m vs. 7000-8848 m) zjistila hodnoty $3,7 \pm 0,6$ l/den resp. $3,3 \pm 0,8$ l/den [2].

V mírných klimatických podmínkách obnáší potřeba tekutin (výživa a nápoje) při hladině moře u 70 kg muže průměrně 2,5 l/den a u 55 kg ženy 2,2 l/den nebo přibližně 1,2 l čisté tekutiny denně (6-8 sklenic nápojů). Při tělesné zátěži ovšem tato potřeba drasticky stoupá a ztráty tekutin pocením mohou dosáhnout až 1-2 litry a více za hodinu.

Při silném pocení tělo neztrácí jen vodu. Pot obsahuje také železo, draslík a sůl (chlorid sodný, kuchyňská sůl). Nález skvrn od soli na oděvu a pálení soli v očích znamenají značné ztráty, které je nutné vyrovnat stravou a nápoji, jak bylo přinejmenším ve výšce mořské hladiny dobře prozkoumáno. Naproti tomu pro velké výšky neexistují v současné době žádné údaje, ani spolehlivá doporučení k denní potřebě soli. Některé expedice postupovaly následovně: Denní dávky různých armád pro studené klimatické podmínky v roce 1994 obsahovaly 4500 kcal energetické hodnoty, 4500 mg sodíku a 90 g bílkovin. Lékařská zpráva o Aljašské lezecké studii (Alaskan Climbing Study) dává vyčerpání účastníků do souvislosti se ztrátou soli a nevidí žádné podstatné důvody v přísunu energie ani v možné dehydrataci. Při jiné studii na Everestu v roce 1989 se do stravy nepřidávala žádná další sůl (ovšem různé potraviny již sůl obsahují) a jiná zpráva uvádí, že se účastníci sami donutili vypít denně až 4 litry elektrolytových nápojů. To však způsobilo onemocnění, jelikož jejich ztráty potem byly minimální a došlo k předávkování elektrolyty [6]. Pugh (2004) uvádí, že horolezci, kteří se zdržovali ve výšce 19 000 stop (5800 m), denně konzumovali 12 uncí (340 g) cukru rozpuštěných v nápojích [7]. Nápoje obsahující kofein by neměly být používány v pozdních odpoledních hodinách, aby nenarušovaly noční spánek.

Nyní je možné učinit následující závěr: Pijte pravidelně, uvědomte si, že se skryté ztráty tekutin při zátěži výrazně zvyšují a že se ztrácí převážně voda. Elektrolytový nápoj po těžké námaze nebo masívním pocení může mít smysl (společně se sacharidy). Nepijte najednou příliš velké množství anebo celkově nadbytečně, neboť pak může dojít k ještě většímu zředění elektrolytů v plazmě (v krvi) a následné nízké hladině sodíku v krvi (hyponatrémie).

Přirozeně může být obtížné, udržet si ve výšce dobrou tekutinovou bilanci. Dostupnost vody může být problematická, například při nutnosti rozpouštět sníh nebo vodu dostatečně dezinfikovat, nebo jednoduše myslet na dostatečné pití. Když bude třeba cestou vodu dezinfikovat chemicky, mělo by se již doma vyzkoušet, jak bude chutnat (např. jodizovaná voda) a jak je možné špatnou chuť vylepšit např. přidáním trochu kyseliny askorbové (vitamin C, rozpustné tablety Celaskonu). Ledovce mohou sice nabídnout bohaté množství vody, avšak obsahující kamenný prach a minerály, které u citlivých osob působí projímavě. Proto by se voda z ledovce měla před požitím filtrovat anebo nechat odstát, aby se prach usadil. Pak lze vodu opatrně slít a upravit vařením nebo chemicky.

Voda z řek podél oblíbených trekových tras může být znečištěna fekáliemi. Dezinfekce prostředky obsahujícími chlór (např. Puritabs^R, MultiMan^R, Mikropur^R, Certisil^R) nebo jódovými roztoky (8 kapek na litr) vyžaduje nejméně 20 minutové působení (viz Doporučení LK UIAA č. 6 „Dezinfekce vody“).

V případě dehydratace následkem průjmu lze připravit jednoduchý **elektrolytový** roztok: 1 čajová lžička soli a 1 polévková lžíce cukru na litr dezinfikované vody (podrobnosti viz v Doporučení LK UIAA č. 5 „Cestovní průjem“). U dětí se doporučuje konzultovat lékaře a dát přednost průmyslově vyráběným elektrolytovým roztokům, aby byly dodrženy správné dávky pro děti.

4.2 Zadržování vody v těle a akutní horská nemoc (AHN)

V průměru obsahuje lidské tělo 50-60 % vody, avšak obsah vody v různých tkáních kolísá v širokém rozmezí: krev 91 %, mozek 81 %, svaly 76 %, kosti 13 %. Není tudíž překvapením, že narůstající dehydratace ovlivňuje fyzickou i psychickou výkonnost. Proto musí sportovec dbát na dostatečné zavodnění jak před odchodem na túru, tak i v jejím průběhu po celý den a noc (pravidelné pití).

Hypoxie může ovlivnit koncentrace hormonů, přesuny tekutin a zvyšuje tvorbu moče. Několik studií upozorňuje, že osoby, u kterých v prvních hodinách expozice výšce dochází k zadržování (retenci) tekutin, vykazují vyšší riziko pro vznik AHN (viz také Doporučení LK UIAA č. 2).

Nemocní s AHN snižují jak příjem energie, tak i příjem tekutin, zcela nezávisle na již uvedených příčinách ztrát tělesné hmotnosti. AHN je provázána snížením celkového množství vody v těle včetně snížené tvorby moče. Jedna studie ukázala významný přírůstek celkového obsahu vody v těle s přesunem nejméně jednoho litru mezi tělesnými prostory, ke kterým došlo během čtyř dnů. Jiná studie sledovala 55 dospělých ve výšce 4880 m po 12 hodin v klidu. Osoby s vyšším rizikem AHN vykazovaly vyšší retenci tekutin. Četné zprávy naznačují souvislost retence tekutin s AHN a tudíž v každém případě platí:

Aklimatizujte se dostatečně!

4.3 Nedostatek vitaminů a minerálů

Toto doporučení nemůže popsat *všechny* vitaminy, minerály a stopové prvky v plném rozsahu. Pro zajištění přísunu široké palety těchto látek v dostatečném množství musí být výběr potravin rozmanitý a zahrnovat velké spektrum produktů. Přednost mají výrobky přírodní (nerafinované) a obohacené minerály a vitamíny (např. obiloviny). U výkonnostních sportovců, zvláště u žen a vegetariánů, lze často zjistit nedostatky minerálů (vápník, železo, zinek). Příčinami jsou ponejvíce omezení přísunu energie, vyloučení živočišných produktů, jako ryb, masa, drůbeže nebo kombinace potravin, které brání vstřebávání jmenovaných živin. Například železo se špatně vstřebává v přítomnosti fytátů (soli kyseliny fytové, vyskytují se v zejména v obilovinách, ořechách, ovoci, ve výrobcích z otrub a sóji, s rafinovanou moukou, rýže) nebo spolu s vápníkem (v mléce a mléčných produktech); naopak dobře se vstřebává ve formě živočišných potravin (maso, ryby) nebo v kombinaci s vitamínem C.

4.4 Spotřeba energie a její odhad

V ideální situaci platí:

$$\text{PŘÍJEM ENERGIE} = \text{VÝDEJ ENERGIE}$$

Ve světě horolezců, zejména ve velkých výškách je skutečnost bohužel jiná:

$$\text{PŘÍJEM ENERGIE} < \text{VÝDEJ ENERGIE}$$

(...což vede k úbytku tělesné hmotnosti!)

Abychom mohli odhadnout, jaká je u člověka denní potřeba příjmu energie, je třeba vysvětlit zákonitosti přeměny energie při hladině moře a ve velké výšce. Hodnocení podle tabulky 1 je snadné. Mnozí lidé jsou nejprve překvapeni, když se dovědí, že větší část energetické potřeby je nutná k udržení tělesných funkcí a zachování konstantní teploty tělesného jádra. V podmínkách chladu to může být pro tělo skutečná výzva.

Příjem energie je souhrn kalorického příjmu (kcal nebo kJ) z tekutin a potravin. Závisí na věku, pohlaví, tělesném složení (relativní podíl tuku a svalové hmoty), výšce, zdravotním stavu, dědičných vlohách, body-mass indexu a tělesné činnosti. Každý kilogram tělesné hmotnosti odpovídá množství energie o něco více než 7000 kcal. Deficit energie této velikosti způsobí úbytek tělesné hmotnosti 1 kg (voda se v úvahu nebere). Přepočítání kcal na kJ: počet kcal se vynásobí faktorem 4,18.

Výdej energie je opět souhrn všech energií, které tělo spotřebuje pro různé funkce nebo činnosti, v principu ve třech oblastech (denní podíl v závorce):

- klidová přeměna (bazální metabolismus, 60-75 %)
- tělesná aktivita (20-35 %)
- energetická spotřeba při trávení a látkové přeměně (metabolismu, 4-7%).

Tyto oblasti jsou dále blíže vysvětleny, jestliže se týkají výživy ve výšce resp. v podmínkách chladu.

4.4.1 Klidová přeměna

Energii pro klidovou přeměnu tělo potřebuje k zachování existence, aby udrželo v chodu samo sebe, ve spánku a v klidu, a sice bez jakékoli další tělesné námahy (např. pro udržení stálé tělesné teploty, k dýchání, pro funkci srdce a oběhu, reparativní – zotavovací a obnovné pochody a mnoho jiných funkcí). Klidová spotřeba je zvýšena ve dnech následujících po tělesné zátěži, kdy svaly v regenerační fázi mají zvýšený metabolismus.

Klidová přeměna spotřebuje za normálních okolností asi 60-75 % denního příjmu energie. Lze ji zjistit přesně pomocí analýzy přeměny dýchacích plynů, přičemž vyšetřovaná osoba musí být v tělesném a duševním klidu v příjemném prostředí a nejméně 12 hodin po posledním jídle. Protože to ve skutečnosti ve většině případů nelze, je možné stanovit hodnotu klidové spotřeby snadno s použitím tabulky 1.

U tělesně aktivních jedinců je klidová přeměna vyšší, neboť mají vyšší podíl metabolicky aktivní svalové tkáně. Předpokládá se, že tělesné složení je nejdůležitějším určujícím faktorem tolerance chladu [6]. Porozumění a snížení účinků chladu a podchlazení na minimum má bezprostřední důsledky pro výživu: a) zúžení periferních cév omezí ztráty tepla, a tím ušetří energii a b) tělesná aktivita, třes nebo oboje zvyšují produkci tepla, a tím i spotřebu energie [6].

Za extrémně chladných podmínek může klidová přeměna stoupnout až na 5 násobek, neboť se tělo pomocí třesu snaží udržet stálou tělesnou teplotu. V tropickém klimatu je klidová přeměna zvýšena o 5-20 %, a o dalších 5% při tělesné činnosti ve srovnání se stejnou zátěží v mírných klimatických podmínkách. Také po příchodu do nové vyšší výšky vzrůstá klidová přeměna o 10-20 % i více. V souhrnu: extrémní klimatické podmínky, tělesná zátěž, výška (a další výstup do výšky) a termoregulační reakce organismu přímo ovlivňují klidovou přeměnu a velikost spotřeby energie. Při plánování nezapomenout na další zvýšení energetické potřeby pro období se špatným počasím.

4.4.2 Odhad potřeby energie při tělesné zátěži

Tělesná aktivita vyžaduje dodatečný příjem energie, jehož velikost závisí na objemu, druhu a intenzitě činnosti. Tuto dodatečnou potřebu (kcal) je nutné přičíst k základní přeměně. Postup je znázorněn v tabulce 1.

Tabulka 1. Výpočet klidové spotřeby (podle: Department of Health, UK 1991)

	Věk (roky)	Vzorec výpočtu klidové spotřeby (MJ/den)
Muži	10-17	$0,074 \cdot TH + 2,754$
	18-29	$0,063 \cdot TH + 2,896$
	30-59	$0,048 \cdot TH + 3,653$
	60-74	$0,0499 \cdot TH + 2,930$
Ženy	10-17	$0,056 \cdot TH + 3,434$
	18-29	$0,062 \cdot TH + 2,036$
	30-59	$0,034 \cdot TH + 3,538$
	60-74	$0,0386 \cdot TH + 2,875$
		TH = tělesná hmotnost v kg

Příklad:

K výpočtu denní klidové spotřeby pro 25 letého muže s hmotností 70 kg se použije vzorec

z 2. řádku tabulky 1:

$$0,063 \cdot 70 + 2,896 = 7,306 \text{ MJ/den}$$

Pro přepočítání na kcal se výsledek vydělí 0,0042:

$$7,306 / 0,0042 = 1740 \text{ kcal/den}$$

Těchto 1740 kcal je množství energie, kterou tento muž potřebuje pouze k tomu, aby jeden den přežil bez fyzické námahy v teplotně příjemném prostředí. K tomu je nutné připočítat každou spotřebu navíc pro pokrytí vlivu nenříznivých podmínek a tělesné zátěže.

Rozsah tělesné zátěže je při odhadu energetické spotřeby nejproměnlivější složkou. Ve formě násobku klidové přeměny se dodatečná potřeba pohybuje mezi absolutním minimem 1,0 násobku pro někoho, kdo se nehýbe (nebo nejí), přes 1,5 násobek u převážně sedící osoby až po 2,0 násobek u aktivních jedinců. Hodnoty přes 2,5 násobek nelze udržet bez specifických doplňujících výživových opatření. Při jedné expedici na Everest byly zjištěny hodnoty $2,2 \pm 0,3$, odpovídající vysoce trénovaným vytrvalostním atletům [2]. Jiné vyšetření nad 6000 m poskytlo ještě vyšší hodnoty $3,0 \pm 0,7$ [2]. V této studii byl přísun energie menší než výdej energie.

4.4.3 Termický vliv stravy

Energetický výdej (tvorba tepla), který musí organismus vynaložit, aby zpracoval přijaté potraviny (dříve nazývaný specificko-dynamický účinek potravy) činí asi 5-10 % celkového energetického metabolismu v závislosti na převažujících živinách v požitých stravě. Při negativní energetické bilanci přítomné u většiny osob ve výšce a nevýznamné poruše vstřebávání živin ve střevě se v podstatě neuplatní. Několik studií demonstrovalo, že tato energetická ztráta odpovídá asi 4-7 % denního energetického příjmu [2].

4.5 Sacharidy, tuky a bílkoviny ve výšce

Potraviny a nápoje sestávají z kombinací sacharidů, tuků a bílkovin (viz tabulka 2). Míra příjmu a odbourávání sacharidů je silně závislá na přípravě stravy a má podstatný vliv na dobrý zdravotní stav a výkonnost. Je vhodné se vyhýbat značně zpracovaným výrobkům ze sacharidů s malým obsahem vitaminů a stopových prvků a dávat přednost potravinám s jejich vysokým či zvýšeným množstvím.

Když si horolezci sami vybírají, co budou jíst, zjistil se relativně vysoký podíl tuků na energetickém příjmu. Předpoklad o preferenci stravy s vysokým obsahem sacharidů ve výškách hodnotí provedené studie různým způsobem. V každém případě se však sacharidy podílejí na příjmu energie výrazně více než polovinou (55-65 %), jsou také přednostně využívanou živinou pro svalovou činnost.

Svaly mají jen omezenou zásobu sacharidů – ve formě glykogenu – a tak vyžadují při své činnosti pravidelné doplňování. Trénované svaly si mohou uložit podstatně více glykogenu, což jejich účinnost výrazně zvýší. Například 100 g netrévaného svalu obsahuje 13 g glykogenu, trénovaný sval 32 g/100 g až 35-40 g/100 g při naplněných zásobách. Spotřeba zásob glykogenu je v úzké souvislosti s vyčerpáním svalu. Tudíž se osvědčilo mít při treku nebo výstupu po ruce tyčinky obsahující sacharidy pro jejich přísun. Nepřetržitý přísun navíc brání nevolnosti, která se může dostavit při jednorázovém požití velkého množství sacharidů. **Pozor:** čistá glukóza (hroznový cukr) je pro výživu nevhodný!

V závislosti na stavu trénovanosti, intenzitě zátěže nebo pohlaví může organismus přednostně použít jako palivo také tuky. Tuky vyžadují ke svému odbourání více vody a mají ve srovnání se sacharidy negativní vodní bilanci.

Zachování nebo přírůstek svalové hmoty vyžadují dobře vyrovnanou bilanci vody, sacharidů a bílkovin požívaných ve správný čas.

Úbytek svalstva ve výšce může být výsledkem nevyrovnané energetické bilance – buď pro zásadně nedostatečný příjem stravy anebo není velká fyzická zátěž kompenzována přiměřeně zvýšeným přísunem živin. Kromě toho jsou v činnosti výškou podmíněné adaptační mechanismy určující co a kolik člověk sní a čemu tělo dává přednost jako hlavnímu zdroji energie. Nedostatek energie k uspokojení energetických nároků může

způsobit, že bílkoviny místo aby byly použity dle svého určení k syntéze ve svalu a svalové regeneraci, tvorbě hormonů a enzymů, jsou spalovány pro získání energie místo sacharidů. Použití bílkovin jako zdroje energie sebou nese zvýšené ztráty vody a riziko dehydratace.

Při hladině moře se doporučuje, aby jídlo po namáhavé zátěži obsahovalo malé množství bílkovin a sestávalo hlavně ze sacharidů, aby se opět naplnily zásobárny glykogenu. Množství sacharidů by v prvních 30 minutách po zátěži mělo být asi 1,5 g/kg tělesné hmotnosti, pak stejné množství opakovaně každé 2 hodiny v dalších 4-6 hodinách. Taková taktika může být ve výšce obtížná. Další doporučení uvádí tabulka 2.

Vezmou-li se za základ normální hodnoty denního příjmu pro sportovce při hladině moře, platí: sacharidy 6-10 g/kg tělesné hmotnosti, bílkoviny 1,2-1,4 g/kg, pro silové sporty však 1,6-1,7 g/kg. Snížení podílu tuku na <15 % nemá žádné prokazatelné přednosti a jejich podíl činí dle druhu sportu 15-25 % [8].

Několik studií ukázalo, že volný výběr potravin horolezci nevede k významným změnám ve složení výživy. Podíl tuků na jedné expedici na Everest byl 20-35 % a sacharidů 50-65 %. Ve výkonnosti ani úspěšnosti výstupu na vrchol nebyly rozdíly.

Tabulka 2. Živiny ve výšce

Živina / Zdroj energie	Množství energie (kcal/g)	Energetický ekvivalent kyslíku (kJ/l)	Přibližné procento podílu na denní dietě ve výšce (%)	Příklady	Poznámky
<p>SACHARIDY</p> <p>(nutné k udržení hladiny glukózy v krvi a pro zásoby glykogenu, proto je důležitý pravidelný příjem. Přednostní zdroj energie při zátěži střední a vysoké intenzity)</p>	4	21,1	<p>asi 56%</p> <p>(podle výsledků studií: 50-65%)</p> <p>Pozor: nadměrný příjem sacharidů 70 % denní spotřeby energie může způsobit žaludeční nevolnost a má za následek nevyváženou dietu, neboť může snížit dostupnost vitaminů a minerálů.</p>	Rýže, těstoviny, cereálie, brambory, suchary, chléb, nápoje s komplexními sacharidy, sušené ovoce, čokoláda, cukr	<p>Nejdůležitější zdroj energie pro tělesnou aktivitu, neboť je svaly nejnáze využijí pro tvorbu energie. Mají nejvyšší obsah energie na jeden mol spáleného kyslíku. Mají nejvyšší podíl na denním přísunu, nemělo by jít o vysoce technologicky zpracované produkty a měly by být obohaceny minerály a vitaminy. Je vhodné je přijímat v dostatečném množství během zátěže a po intenzivní zátěži (po 1 hodině), aby se udržela stálá hladina krevního cukru. Armádní studie ve výšce doporučují nejméně 400 g sacharidů na den ([6], strana 74).</p>
<p>TUKY</p> <p>(umožňují příjem v tukách rozpustných vitaminů; vysokoenergetická strava; tuky jsou podstatnou součástí buněčných membrán)</p>	9	19,6	<p>asi 28%</p> <p>(studie doporučují 20- 35 % denně)</p>	Stolní oleje, margaríny, máslo, konzervy s potravinami naloženými v oleji, oříškové máslo	<p>Více energie (kcal) na jeden gram než sacharidy. Ze všech živin chuťově nejpříjemnější, často zlepšuje chuť jiných živin. Při hladině moře nemá výhodu dieta s menším podílem tuku než 15 %. Nasyceným mastným kyselinám je vhodné se vyhýbat, přednost mají nenasycené mastné kyseliny (olej).</p>

Tabulka 2. (pokračování)

<p>BÍLKOVINY (Využívají se jako zdroje energie, nejsou-li v dostatečném množství k dispozici. Je to nevýhodné, neboť bílkoviny jsou potřebné pro reparativní pochody, stavbu svalů a jsou součástí buněčných struktur)</p>	4	18,7	15%	sýry, salámy, maso, masové a rybí konzervy, vejce, luštěniny, čočka	Ze všech živin nejvíce sytívací účinek. Z důvodu vysokého termodynamického efektu a bilance vody (důležité pro vylučování dusíkatých zplodin metabolismu) by jejich množství nemělo přesahovat 15 % denní energetické potřeby.
<p>ALKOHOL</p>	7		0%		Vysoký obsah energie; velmi škodlivý pro sportovní výkon; neboť působí dehydrataci, diuretický účinek narušuje úsudek a fyzický výkon. Prostřednictvím rozšíření kožních cév zvyšuje tepelné ztráty

Literatura

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.**

Členové Lékařské komise UIAA (v abecedním pořadí)

C. Angelini (Itálie), B. Basnyat (Nepál, prezident komise), J. Bogg (Švédsko), A.R. Chioconi (Argentina), S. Ferrandis (Španělsko), U. Gieseler (Německo), U. Hefti (Švýcarsko), D. Hillebrandt (Velká Británie), J. Holmgren (Švédsko), M. Horii (Japonsko), D. Jean (Francie), A. Koukoutsis (Řecko), J. Kubalová (Česko), T. Küpper (Německo), H. Meijer (Nizozemsko), J. Milledge (Velká Británie), A. Morrison (Velká Británie), H. Mosaedian (Irán), S. Omori (Japonsko), I. Rotman (Česko), V. Schöffl (Německo), J. Shahbazi (Irán), J. Windsor (Velká Británie)

Historie předloženého doporučení

Předložená verze je překlad anglického znění schváleného na zasedání Lékařské komise UIAA v roce 2008 v Adršpachu — Zdoňově v České republice.