

Nada Rotovnik Kozjek¹

Prehranski dodatki in prehrana v visokih hribih

Nutritional Supplements and Nutrition in Mountains

IZVLEČEK

KLJUČNE BESEDE: alpinizem, energetska presnova, hrana obogatena

Prilagoditev na višino in telesni napor na višini sta fiziološko zelo zahtevna. Pri telesnem naporu na višini z normalno prehrano težko zadostimo potrebam telesa po hranilih in tekočini.

Neustrezen odziv telesa z žejo in lakoto še dodatno prispeva k hitri dehidraciji in izgubi telesne teže na višini, če posebej ne pazimo na zadosten vnos hranil in tekočine. Dehidracija še poslabša simptome višinske bolezni in vodi do še manjšega vnosa hranil. Prvi in najbolj učinkovit prehranski ukrep je zaužitje vsaj 3–5 l tekočine na dan, ki naj vsebuje vsaj 200–300 g ogljikovih hidratov poleg tistih, ki jih dobimo s hrano. Za povečanje vnosa energije, proteinov in mikrohranil (še posebej antioksidantov in železa) si pomagamo s hrano, ki ima povečano gostoto hranil in jo najlažje zaužijemo v obliki prehranskih dodatkov. S prehranskimi dodatki si lahko pomagamo v pogojih (n. p. težavno plezanje), ko je normalen vnos hrane otežen. Na ta način lažje preprečujemo dehidracijo, izboljšamo energetske bilanco, izboljšamo sposobnost prenosa kisika, nadomeščanje glikogenskih zalog v mišicah in zaščitimo funkcionalno telesno maso.

ABSTRACT

KEY WORDS: mountaineering, energy metabolism, food fortified

Altitude acclimatization and altitude exercise are physiologically demanding for the body. During exercise at high altitudes, energy and fluid needs are almost difficult to satisfy with normal food intake. An inappropriate thirst and appetite response can contribute to rapid dehydration, glycogen depletion and weight loss unless adequate amounts of food and fluid are ingested. Dehydration may intensify the symptoms of altitude sickness and result in an even lower food intake. The first and the most effective preventative measure is to consume a minimum of 3 to 5 liters of fluid per day containing 200 to 300 mg of carbohydrate, in addition to that contained in the diet. In order to improve energy, protein and micronutrient (especially antioxidants and iron) intake, nutrient rich nutritional supplements may be used, which may suffice for short periods of strenuous exercise (e. g. heavy climbing), when normal food intake is almost impossible.

These measures can help prevent dehydration, improve energy balance and the oxygen supply capacity of the circulatory system, replenish muscle glycogen and conserve bodily protein.

¹ Nada Rotovnik Kozjek, dr. med., Onkološki inštitut, Zaloška cesta 2, 1000 Ljubljana.

UVOD

Bivanje in telesni napor na velikih nadmorskih višinah sta za telo psihofizično izjemno zahtevna in od telesnih sposobnosti je lahko odvisno tudi preživetje. Zato potrebuje telo za najboljše delovanje ustrezno prehrano. Z normalnimi načini prehranjevanja to pogosto ni možno, zato je smiselna uporaba prehranskih nadomestkov ali dodatkov, s katerimi v prilagojeni, najpogosteje zgoščeni obliki, vnesemo v telo potrebna hranila.

V sestavku bom na kratko opisala pomembna fiziološka dogajanja na višini in ustrezno uporabo prehranskih dodatkov.

PREHRANSKI DODATKI

Prehranski dodatki so oblika hranil, ki jih uporabljamo namesto običajne prehrane. Z njimi telesu zagotavljamo hranila, ki jih še posebej potrebuje in jih je iz raznih razlogov nemogoče zaužiti v zadostni količini.

Poznamo več vrst prehranskih dodatkov, s katerimi podpiramo delovanje telesa med boleznijo in/ali v stanju povečanih potreb. Kadar z njimi podpiramo organizem med telesnim naporom, lahko govorimo o športno prehranskih dodatkih nadomestkih. S športno prehranskimi dodatki nadomeščamo predvsem snovi, ki jih telo potrebuje in izgublja pri telesnem naporu.

POSEBNOSTI TELESNEGA NAPORA NA VIŠINI

Številne fiziološke spremembe, ki spremljajo bivanje in telesni napor na višini, povzročijo, da je odziv telesa z žejo in apetitom neustrezen. V visokih hribih je povečana nevidna izguba telesnih tekočin zaradi ogrevanja mrzlega zraka in znojenja ter povečane diureze. Nevidna izguba telesnih tekočin naj bi na višini 4300 m dosegla okoli 2 l na dan, pri ženskah naj bi bila manjša, okoli 750 ml na dan (1). Diureza je povečana kot odgovor na višino, mraz in izgubo telesne teže (2). Prav tako je povečana energetska poraba, kar vodi do izpraznitve zaloga glikogena. Dehidracija in povečana energetska poraba povzročita hitro izgubo telesne teže, če vnos tekočin in hrane ni zadosten. Dehidracija in energetski primanjkljaj prav tako povzročita da so znaki akutne

višinske bolezni (AVB) prej in bolj izraženi, kar vodi do še manjšega vnosa hrane (3, 4). Neposredna posledica teh sprememb je izguba puste telesne mase in zmanjšane funkcionalne sposobnosti za preživetje na višini. To je telesna teža, zmanjšana za delež maščevja; največji delež predstavlja mišičje. Pojav simptomov AVB ni značilen samo za prve dni bivanja na višini, lahko se pojavijo kadarkoli med bivanjem na veliki nadmorski višini. Pri podaljšanem bivanju na višini se lahko razvijejo tudi znaki višinske kaheksije, pri kateri so izraženi vsi znaki stresnega stradanja: povečan nivo stresnih hormonov, spodbuditev sistemskega vnetnega odziva (SIRS), izpraznitev glikogenskih zalog, negativna dušikova bilanca in izguba puste telesne mase.

PREHRANA V VISOKIH HRIBIH

Pri telesnem naporu v visokih hribih je prehrana, tako kot pri vseh športnih aktivnostih, eden izmed bistvenih dejavnikov. Pomembna je ustrezna količina in sestava hrane. Če vnos hrane ni zadosten, da bi podprl organizem pri naporu v gorah, je zaradi obnemoglosti lahko tudi ogroženo preživetje na veliki nadmorski višini. To trditev podpirajo ugotovitve mnogih raziskav, ki so jih naredili predvsem vojaški in polarni raziskovalci (7,15).

Kot pri vseh športnih dejavnostih je pri gorništvu za najboljši športni dosežek pomembna prehrana pred telesnim naporom, med njim in po njem. Sestava hrane mora biti po sestavi in količini takšna, da je delovanje telesa najbolje podprto.

Na splošno je tudi za gornike primerna prehrana takšna, ki vsebuje (16):

- 60–70 % ogljikovih hidratov (OGH),
- 12–20 % beljakovin in
- 10–18 % maščob.

Zelo pomembno je, da je skupen vnos energije tolikšen, da zadosti energetskim potrebam med povečanim telesnim naporom. Na ta način preprečimo razvoj absolutne in/ali relativne podhranjenosti, ki je v visokih hribih zelo pogosta in pomembno omejuje prilagoditev telesa na višino in seveda sam telesni napor na višini. Absolutna podhranjenost je posledica negativne energetske bilance, relativna podhranjenost pa pomeni pomanjkanje posamezne vrste hranil.

FIZIOLOŠKE SPREMEMBE NA VIŠINI IN PREHRANSKI DODATKI

Izguba telesne teže na višini

Večina gornikov, ki se poda na nadmorske višine, višje od 3000–4000 m nad morjem, shujša. Izguba telesne teže je sprva prisotna tudi zaradi pojava razvoja AVB, ki je del procesa aklimatizacije. Simptomi AVB, kot so glavobol, slabost, bruhanje in pomanjkanje teka, naposredno povzročajo manjši vnos hrane, kot bi bil potreben, in to ravno takrat, ko jo gorniki najbolj potrebujejo. Toda, tudi ko minejo znaki AVB, je občutek sitosti dosežen že pri bistveno manjši količini hrane in z večjo višino je ta občutek bolj izražen. Spremenjen je tudi občutek za okus in pogosto se spremeni tudi želja po tipu hrane. Ob vsem tem ne smemo pozabiti, da traja kuhanje na višini dlje (za vsakih 1500 m se čas kuhanja podvoji) in hrana se bistveno hitreje ohlaja, kar je lahko dodaten dejavnik zmanjšane vnosa hrane.

Dogma, da je izguba telesne teže na višini neizogibna, je še vedno zelo razširjena in jo povezujejo z neposrednim vplivom hipoksije na presnovo. Iz nje izvira tudi še vedno preveč razširjeno laično mnenje, da je maščoba najbolj primerno gorivo za višino. Večina tovrstnih podatkov izvira iz raziskav na osebah, ki so na višini izgubljale telesno težo, torej relativno stradale. Za stradanje je značilna evolutijska prilagoditev uporabe maščob kot pomembnega goriva. Ker pa stradanje na višini ni samo enostavno stradanje, ampak gre za obliko stresnega stradanja, je negativna posledica tega stanja pospešena izguba puste, to je funkcionalne telesne mase. To vodi do oslabelosti organizma in sekundarno tudi do drugih znakov podhranjenosti, kot je imunska oslabiljenost. Uporaba maščob kot goriva torej ni posledica vpliva hipoksije na organizem, ampak posledica relativnega stradanja (7). Ugotovili so, da je takrat, kadar so osebe zadosti hranjene, poglavitno gorivo na višini glukoza (5, 6). To pomeni tudi presnovno najbolj učinkovito rešitev v oteženih pogojih bivanja. Fiziološkega odziva na hipoksijo ne smemo enačiti s fiziološkim odzivom na negativno energetske bilanco, kar je predvsem znanstveno zanimivo. Za prakso pa je pomembno, da izguba telesne teže, zaradi negativne

energetske bilance, vodi do zmanjšanja psihofizičnih sposobnosti in na ta način povečuje možnost nesreč v skrajnih pogojih.

Prehrambeni ukrepi

Aklimatizacija naj bo zmeraj postopna, kar pa ni vedno možno, še posebej v primeru reševalnih akcij. Ker je višinska bolezen deloma kombinirana posledica dehidracije in energetskega primanjkljaja, je zato prvi ukrep pri privajanju na višino povečana hidracija z energetsko izotonično pijačo. Popiti je treba 3–5 l energetskega in izotoničnega napitka, ki vsebuje vsaj 200–300 g dodatnih OGH na dan. Posebej je pomembno, da skrbimo za energetsko in tekočinsko bilanco ravno v prvih 48 urah, ko so potrebe telesa največje (3). Hrana, bogata z ogljikovimi hidrati, je treba jesti že nekaj dni pred vzponom.

Ker je z normalno prehrano dejansko nemogoče zagotoviti zadosten vnos hranil, si lahko pomagamo in je tudi smiselno dodati energetsko visokokalorično in s hranili gosto hrano, kot so energetske in/ali energetske-proteinske ploščice ter energetske-proteinske nadomestki v prahu. Prehrana v obliki prahu je tudi s praktičnega vidika zelo primerna za prenašanje. Uporabimo lahko tudi proizvode, ki so prehranski nadomestki in so jih razvili predvsem za potrebe industrije »krepitve« telesa z mišično vadbo. Med temi izdelki »fitness« industrije lahko vsak z malo truda najde obliko in okus, ki mu ustreza. Ob dejstvu, da je od naše prehrane lahko odvisno tudi preživetje na višini, je lahko ta trud bogato poplačan.

Energetske potrebe na višini so večje

Bazalne energetske potrebe so povečane vsaj za 17% in ostanejo pri osebah, ki niso izgubile funkcionalne telesne mase, povečane ves čas bivanja na višini. Energetska poraba za zmerno aktivne osebe je okoli 2–2,3-krat večja in pri večji telesni aktivnosti se še poveča (3, 7). Razen hudega telesnega napora je za povečano energetsko porabo pomemben dodaten razlog tudi prenašanje bremen (nahrbtniki), težjih oblačil in fizični napor zaradi obvladovanja težjega terena.

Prehrambeni ukrepi

Ker je bazalni metabolizem povečan ves čas bivanja na višini, je potrebno skrbno planiranje obrokov, velikokrat je zaradi pomanjkanja teka potrebna tudi posebna spodbuda za uživanje hrane. Večina raziskovalcev se strinja, da je negativno energetsko bilanco možno preprečiti ali vsaj zmanjšati s strogim OGH-nadomeščanjem, predvsem s tekočo prehrano. Hrana naj bo energetsko gosta. Razdelimo jo v več manjših obrokov čez dan, vsaj 5–6, ker je tudi zaužitje velikih obrokov naenkrat presnovno neugodno in obremenjujoče. Razen industrijskih prehranskih nadomestkov lahko uporabljamo tudi visokokalorične dodatke, kot so med, marmelade in suho sadje. Prehranske dodatke lahko kombiniramo z navadno hrano, na primer dodamo športne napitke sokovom ali čaju in obogatimo pudinge ali mlečne izdelke s proteinskimi dodatki. Bistveno je, da se zavedamo, da je prehranska strategija del uspeha našega bivanja in podvigoval na višini in da je najboljša ergogeno sredstvo ravno zadostna količina hrane in ne razne »tabletk«.

Glavno gorivo na višini so OGH

V nasprotju s splošno razširjenim mnenjem, da je za višine primerna hrana »špeh« kot visokoenergetski prehrambeni dodatek, so raziskovalci ugotovili, da so poglavitni energetski vir na višini ogljikovi hidrati (5, 6). Vnos OGH naj predstavlja več kot 60 % dnevnega vnosa hranil. OGH, ki jih pojemo, ne samo nadomestijo mišični glikogen, temveč tudi zmanjšujejo uporabo mišičnih proteinov za gorivo ter tako zmanjšajo porabljanje mišic na višini. Zadostna preskrba organizma z OGH prepreči ali zmanjša simptome višinske bolezni in izboljša vzdržljivost na višini. Fiziološki mehanizmi, ki to omogočijo, so izboljšanje difuzijske kapacitete pljuč, oksigenacije arterijske krvi in nasičenja hemoglobina s kisikom (8–10). OGH so najbolj učinkovito gorivo na višini, bolj kot maščobe. Energetska proizvodnja na liter vnosa kisika je za OGH 5,05 kcal/l O₂ in maščobe 4,69 kcal/l O₂, ne glede na delni tlak kisika v zraku.

Na višini naj bi bila poraba glukoze v mišicah povečana, tako da pogosto prihaja do hipoglikemije in simptomov, povezanih z njo.

Omotica ali zmedenost zaradi hipoglikemije sta lahko na višini seveda smrtno nevarni in zato je še toliko pomembnejše, da uživamo OGH med telesnim naporom na višini.

Tudi prehrana nativnih prebivalcev na visokih višinah, na primer perujskih rudarjev, ki živijo na višini 5500 m, je sestavljena pretežno iz OGH. S tega vidika so splošna načela prehrane na višini kakovostno enaki, kot splošni principi športne prehrane.

Prehrambeni ukrepi

Kot osnovni prehrambeni ukrep je treba uživati hrano, bogato z OGH. Dnevna potreba po OGH je povečana vsaj za 200–300 g in pri večjih telesnih naporih se ustrezno poveča. Na uro intenzivne fizične aktivnosti je treba zaužiti 30–60 g OGH (1 g/kg telesne teže), še posebej, kadar telesni napor traja več kot eno uro, kar je ponavadi na višini pravilo. Tako preprečimo nastanek hipoglikemije in simptomov, povezanih z njo. Pri raziskavah vztrajnostnega napora športnikov v nižinah so ugotovili, da je vztrajnostna komponenta napora izboljšana, kadar se napitku doda nekaj proteinov. Verjetno podobne ugotovitve veljajo tudi za višino. Takoj po naporu, najbolje v pol ure, je treba jesti enako količino ogljikovih hidratov (1 g/kg telesne teže), ki jim dodamo proteine v razmerju 4 : 1, kar pomeni 0,25 g proteinov na kg telesne teže (11). V prvih dveh urah po naporu najbolj učinkovito zapolnimo glikogenske zaloge v mišicah. Dodatne OGH najlažje zaužijemo v obliki napitka, gela ali ploščice. Prav tako so v teh pogojih zelo uporabni proteini v obliki prahu.

Dehidracija

Dehidracija je eden glavnih problemov prenašanja napora na višini. Izguba telesnih tekočin je na višini povečana že v bazalnih pogojih, brez povečane športne aktivnosti. Hitro dihanje v hladnem suhem zraku pomeni povečano izgubo telesnih tekočin, ki jih še dodatno izgublamo zaradi telesnega napora. Dodatno tekočino lahko izgublamo tudi zaradi bruhanja pri AVB. Vzrok večje diureze naj bi bilo povečano izločanje natrija z urinom in zoženje žil zaradi mraza. Ugotovili so, da se diureza še poveča s stradanjem. Pri zadostni prehrambeni podpori je izguba telesnih teko-

čin bistveno manjša. Diureza je tudi pogosta posledica hitre izgube telesne teže. Velikost diureze v prvih dneh vzpona je torej kombinacija povečane izgube tekočin zaradi dihanja, telesnega napora, hormonskega odziva na hipoksijo in hitre izgube telesne teže (1, 2).

Pitje je oteženo zaradi zmanjšane občutka žeje. Že pri višinah do 7000 m, ko je fiziološka prilagoditev do neke mere možna, je potreba po pitju vsaj 3–5 l na dan, kar je lahko zelo težko izvedljivo, na višini več kot 7000 m pa je zadosten vnos tekočin dejansko nemogoč.

Prehrambeni ukrepi

Oblika priporočene tekočine je energetski izotonični napitek, juhe ali druge sladke pijače v kombinaciji s slanimi napitki ali prigrizki. Dodatek soli v pijači pomaga vzdrževati željo po pitju, hidracijo telesa in zmanjša diurezo. Pitje same vode ali čaja ni priporočljivo zaradi prazne energetske-mineralne vrednosti. Vodo ponavadi kombiniramo z uživanjem gelov. Pri vnosu tekočin si lahko pomagamo s tekočo hrano, kar je zlasti smiselno med telesnim naporom na višini. Še posebej je pomembno, da vemo, da je vzdrževanje zadostne hidracije veliko lažje, kadar je energetska bilanca pozitivna. Na tržišču so številni energetski in izotonični pripravki, ki so v obliki prahu tudi zelo primerni za prenašanje. Prav tako obstajajo številne oblike tekočih prehrabnih formul, ki jih na višini lahko uporabljamo kot prehrabne nadomestke, bodisi kot brike ali v oblikah, ki jih zmešamo z vodo. Nasploh velja, da je priporočeno uživanje tistih tekočih pripravkov in pijač, ki smo jih navajeni, in za katere vemo, da jih dobro prenašamo. Bivanje na višini, prav tako kot tekovanje, ni čas za preizkušanje novih hranil.

Mikrohranila in farmakonutrienti

Na visokih višinah je povečana izguba pomembnih mineralov, kot so kalij, natrij in cink z znojenjem in preko urina. Prav tako je povečan oksidativni stres, zlasti pri gornikih, ki se večkrat povzpnejo na visoke višine. Dodaten oksidativni stres je prisoten tudi zaradi pojava »kisikovega paradoksa«. Nekateri raziskovalci poudarjajo zlasti povečano

potrebo po vitaminu E (11). Zaradi povečane eritropoeze so večje potrebe telesa po železu.

Prehrambeni ukrepi

Povečano izgubo mineralov nadomeščamo s pitjem elektrolitnih napitkov in uživanjem prehranskih dodatkov z mikroelementi. Večina raziskovalcev se strinja, da je pri vzponih na višino smiselno dodati prehrani prehransko dopolnilo z mikroelementi, predvsem antioksidanti (12, 13).

Zaradi povečanih potreb po železu je treba začeti z nadomeščanjem železa že 2–3 tedne pred odhodom na višino. Priporočen odmerek je 200–300 mg železovega sulfata. Z jemanjem železa naj bi nadaljevali še vsaj 2–4 tedne na višini (14).

Ker je v pogojih presnovnega stresa na višini včasih nemogoče zadostiti vsem prehrabnim potrebam organizma, je smiselna tudi uporaba posameznih hranil v smislu podpore delovanja posameznih tkiv ali organov. Takšno uporabo hranil imenujemo tudi substratna podpora ali farmakonutricija. Klasičen primer farmakonutricije je prehrabna podpora z imunonutrienti, kot so glutamin, omega-3-maščobne kisline in arginin.

ZAKLJUČEK

Prilagoditev na višino je za telo fiziološko zahtevna, še posebej pri telesnem naporu na višini. Ker v pogojih bivanja na višini z normalno prehrano težko zadostimo potrebam telesa po hranilih, je smiselna uporaba prehranskih nadomestkov. Prvi in najbolj učinkovit ukrep je zaužitje vsaj 3–5 l tekočine na dan, ki naj vsebuje 200–300 g ogljikovih hidratov. Pri povečani telesni dejavnosti je glede na njeno intenzivnost potrebna dodatna energetske-proteinska nadomestitev ter dodatek mikrohranil, posebej antioksidantov in železa. S prehrabnimi dodatki lahko tudi nadomestimo ali dopolnimo normalno prehrano v pogojih oteženega vnosa hrane. Na ta način lažje preprečimo dehidracijo, izboljšamo energetske bilanco, izboljšamo sposobnost prenosa kisika, nadomeščamo glikogenske zaloge v mišicah in zaščitimo funkcionalno telesno maso.

LITERATURA

1. Milledge J. Respiratory water loss at altitude. *Newsletter Int Soc Mountain Med* 1992; 5 (2).
2. Hoyt RW, Honig A. Body Fluid and energy metabolism at high altitude. In: Blatteis CM, Freatly MJ eds. *Handbook of physiology, Section 4: Environmental Physiology*. New York: Oxford University Press; 1996. p. 1277.
3. Butterfield GE, Gates J, Fleming S, Brooks GA, Sutton IR, Reeves JT. Increased energy intake minimizes weight loss in men at high altitude. *J Appl Physiol* 1992; 72(5): 1741-8.
4. Consolazio CF, Matoush Lo, Johnson HL, Krzywicki HJ, Daws TA, Isaac GJ. Effect of high-carbohydrate diets on performance and clinical symptomatology after rapid ascent to high altitude. *Fed Proc* 1969; 28(3): 937-43.
5. McClelland GB, Hochachka PW, Weber JM. Carbohydrate utilization during exercise after high altitude acclimation: A new perspective. *Proc Nat Acad Sci* 1998; 95(17): 10288-43.
6. Roberts AC, Butterfield GE, Cymerman A, Reeves JT, Wolfel EE, Brooks GA. Acclimatization to 4300-m altitude decreases reliance on fat as substrate. *J Appl Physiol* 1996; 81: 1762-71.
7. Butterfield GE. Maintenance of body weight at altitude: in search of 500 kcal/day. In: Marriot BM, Carlson SJ eds. *Nutritional needs in cold and in high altitude environment*. Washington DC: National Academy Press; 1996. p. 357-78.
8. Dramise JG, Inouye CM, Christensen BM, Fults RD, Canham JE, Consolazio CF. Effect of a glucose meal on human pulmonary function at 1600m and 4300m altitudes. *Aviat Space Environ* 1975; 46: 365.
9. Hansen JE, Hartley LH, Hogan RP. Arterial oxygen increase by high-carbohydrate diet at altitude. *J Appl Physiol* 1972; 33(4): 441-5.
10. Lawless NP, Dillard TA, Torrington KG, Davis HQ, Kamimori G. Improvement in hypoxemia at 4600 meters simulated altitude with carbohydrate ingestion. *Aviat Space Environ Med* 1999; 70: 874-8.
11. Res P, Ding Z, Witzman MO, Sprague RC, Ivy JL. The effect of carbohydrate-protein supplementation on endurance performance during exercise of varying intensity. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2004. (v tisku).
12. Simon-schnass I. Oxidative stress at high altitudes and effect of vitamin E. In: Marriot BM, Carlson SJ eds. *Nutritional needs in cold and in high altitude environment*. Washington DC: National Academy Press; 1996. p. 393.
13. Chao W, Askew EW, Roberts DE, Wood SM, Perkins JB. Oxidative stress in humans during work at moderate altitude. *J Nutr* 1999; 129: 2009-12.
14. Berglund B. High-altitude training. Aspects of haematological adaptation. *Sports Med* 1992; 14(5): 289-303.
15. A Review of the Physiology and Nutrition in Cold and in High-Altitude Environments by the Committee on Military Nutrition Research. In: Marriot BM, Carlson SJ eds. *Nutritional needs in cold and in high altitude environment*. Washington DC: National Academy Press; 1996. p. 3-58.
16. Dosegljivo na: URL: <http://www.bodyresults.com/e3highaltnutrition.asp>

Prispelo 10. 4. 2004