

# Akútna výšková choroba

prof. MUDr. Egon Kurča, PhD.<sup>1</sup>, MUDr. Štefan Sivák, PhD.<sup>1</sup>, MUDr. Vladimír Nosál, PhD.<sup>1</sup>,  
prof. MUDr. František Novomeský, PhD.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Neurologická klinika JLF UK a UNM, Martin

<sup>2</sup>Ústav súdneho lekárstva a medicínskych expertíz JLF UK a UNM, Martin

Akútna výšková choroba (AVCh) je syndróm alebo medicínske kontinuum stavov od miernej bolesti hlavy až po polysymptomatický život ohrozujúci stav podmienený kombináciou edému mozgu s pľúcnym edémom. Spoločným znakom uvedených diagnóz je prekročenie výškovej (nadmorská výška) a výkonovej kapacity konkrétneho človeka pri príliš rýchlom stúpaní do vysokých horských terénov bez dostatočnej aklimatizácie. Prehľadný článok pojednáva o klinických obrazoch AVCh, ich patofyziológii a o možnostiach účinnej prevencie ich vzniku alebo o následných nevyhnutných liečebných postupoch.

**Kľúčové slová:** vysoká nadmorská výška, hypoxia, výšková choroba, vysokohorská choroba.

## Acute mountain sickness

Acute mountain sickness (AMS) is a syndrome or a continuum of medical conditions ranging from mild headache to a polysymptomatic life-threatening condition with an underlying combination of cerebral oedema with pulmonary oedema. The common feature of these diagnoses is exceeding the altitude and performance capacity in a particular person during a rapid ascent to high mountain grounds without adequate acclimatization. The review article deals with the clinical presentation of AMS, the pathophysiology, and options of effectively preventing its development or subsequent therapeutic procedures required.

**Key words:** high altitude, hypoxia, altitude illness, mountain sickness.

## Úvod

Lokálne podchladenia (omrzliny), generalizovaná rýchla alebo postupná hypotermia, vysokohorské poruchy zraku (napríklad snežná slepota, syndróm suchého oka), ako aj celé príznakové spektrum akútnej výškovej choroby (AVCh) sú predmetom osobitného záujmu lekárov zamestnancov alebo spolupracovníkov horských záchranných systémov a lekárov vysokohorských expedícií, ale základné vedomosti o tejto problematike by mal mať asi každý zdravotnícky pracovník.

Akútna výšková choroba (AVCh) je súbor príznakov, ktorý vzniká u disponovaných jedincov pri prekročení individuálnej schopnosti organizmu stúpať do vysokej nadmorskej výšky (počet nastúpaných výškových metrov za deň a celková dosiahnutá nadmorská výška). Všeobecne môžeme povedať, že AVCh postihuje neaklimatizované osoby, ktoré rýchlo stúpajú do vysokých nadmorských výšok, a manifestuje sa už v prvých dňoch pobytu.

AVCh je nozologická jednotka čiastočne zahalená tajomstvom a väčšina populácie ju vníma ako potenciálne smrteľné ochorenie viazané na výstupy v himalájskych osemtisícovkách. Aká je teda realita? Vysokohorský terén delíme podľa nadmorskej výšky na vysoké hory (1 500–3 500 m), veľmi vysoké hory (3 500–5 500 m) a extrémne vysoké hory (nad 5 500 m). Základný prehľad najvyšších hôr a horstiev sveta vyzerá takto: Ázia – Čomolungma 8 848 m, Severná Amerika – Mt.

McKinley 6 168 m, Južná Amerika – Aconcagua 6 962 m, Európa – Mont Blanc 4 810 m, Eurázia – Elbrus 5 642 m a Afrika – Kilimandžáro 5 895 m. Aktuálna dostupnosť vysokých hôr pre ľudí všeobecne je v porovnaní s minulosťou bezproblémová vzhľadom na sieť medzinárodných, ale aj menších letísk, ako aj početných horských dopravných zariadení. Odhaduje sa, že každý rok navštívi horský terén nad 2 500 m celosvetovo viac ako 100 miliónov osôb (obyvatelia žijúci v daných regiónoch, samozrejme, započítaní nie sú) (Burtscher et al., 2001). Prudký vzostup vysokohorských výstupov spôsobili aj špeciálne „outdoorové“ a „trekkingové“ agentúry, ktoré za poplatok dokážu dopraviť na technicky menej komplikované vrcholy a vysokohorské okruhy v dobrom počasí aj „vysokohorských laikov“, ktorí majú potrebnú fyzickú výkonnosť. Nadmorská výška 2 500 m sa tradične uvádza ako hranica na vznik AVCh. Extrémne zriedkavo sa môže AVCh vyskytnúť aj vo výške okolo 2 000 m. Literatúra uvádza výskyt AVCh vo výške okolo 2 500 m približne v 10–25% neaklimatizovaných osôb, ale až v 50–85% neaklimatizovaných osôb vo výške nad 4 500 m, pričom v týchto nadmorských výškach už býva častý pomerne zneschopňujúci stredne ťažký stupeň AVCh (Luks et al., 2014). Naopak, riziko vzniku ťažkých život ohrozujúcich foriem AVCh (vrátane mozgového a/alebo pľúcneho edému) je veľmi nízke a odhaduje sa napríklad medzi 1–2% horolezcov v základnom tábore pod Čomolungmou (Bärtsch et Swenson, 2013).

## Klinický obraz

Najľahšou monosymptomatickou formou AVCh je bolesť hlavy viazaná na vysokú nadmorskú výšku (high-altitude headache – HAH). Ľahká polysymptomatická forma AVCh už zahŕňa celý rad aj iných príznakov: bolesť hlavy, nevoľnosť, vracanie, nechutenstvo, únava a celková slabosť. Klinický obraz neodmysliteľne dopĺňajú závraty, prekolapsové stavy a zlý prerušovaný nočný spánok bez pocitu obnovenia fyzických a psychických síl organizmu po prebudení. Zvýšená intenzita uvedených príznakov charakterizuje stredný stupeň AVCh. Ťažká forma AVCh predstavuje bezprostredné ohrozenie života v podobe dvoch syndrémov, ktoré sa môžu aj kombinovať. Prvým je edém mozgu viazaný na vysokú nadmorskú výšku (high-altitude cerebral edema – HACE), ktorý sa prejavuje ataxiou postoja a chôdze, zmätenosťou a rôznorodou alteráciou kvality vedomia spolu s miernym zvýšením telesnej teploty. Tento stav sa môže zhoršiť a plynule prejsť do ťažkej pasivity a apatie s postupným prehlbovaním kvantitatívnej poruchy vedomia a vznikom kómy. Druhý syndróm je edém pľúc viazaný na vysokú nadmorskú výšku (high-altitude pulmonary edema – HAPE), ktorý zahŕňa dyspnoe, tachypnoe, zníženú saturáciu krvi kyslíkom (v porovnaní s ostatnými osobami v danej nadmorskej výške) a frekventované vykašliavanie ružovo zafarbeného spúta (Eide et Asplund, 2012). Existujú viaceré definície a škály AVCh,

**Tabuľka 1.** Akceptované postupy manažmentu AVCh podľa stupňa závažnosti

AVCh – ľahká forma	Prerušiť stúpanie, oddych Ibuprofen
AVCh – stredne ťažká forma	Prerušiť stúpanie, oddych Ibuprofen Acetazolamid O <sub>2</sub>
AVCh – ťažká forma HACE HAPE	Okamžitý zostup O <sub>2</sub> CPAP, hyperbarická komora Dexamethason (AVCh, HACE) Nifedipin, sildenafil (HAPE)

pričom najčastejšie sa v literatúre citujú tzv. Lake Louise criteria (Sutton, Coates et Houston, 1992).

Dôležitou otázkou je rozpoznanie ľahších foriem AVCh a ich následné adekvátne riešenie, ktoré zabráni rozvoju HACE a/alebo HAPE, čo sú už pomerne ťažko manažovateľné stavy v podmienkach nad 5 500 m a pri nepriaznivom počasi a nemožnosti urýchleného transportu ohrozujú pacientov na živote. Ľahšie formy AVCh sa najčastejšie zamieňajú s bežnou únavou, príznakmi hypotermie alebo dehydratácie. Rovnako sa za príčinu príznakov AVCh často označuje stav po nadmernom požití alkoholu (ľudovo „opica“) alebo rozvoj vírusového chrípkového ochorenia (ľudovo „viróza“) (Eide et Asplund, 2012).

Zvýšené riziko vzniku AVCh majú osoby s anamnézou AVCh v minulosti. Ako ďalšie nezávislé rizikové faktory sa uvádzajú obezita, pľúcne ochorenia, ťažká fyzická záťaž, znížený príjem tekutín, migréna a chýbanie akejkoľvek výškovej expozície (napríklad celý život strávený na brehu mora, absencia pobytu vo výške nad 1 200 m v posledných 3 mesiacoch). Vek a pohlavie podľa všetkého o riziku vzniku AVCh nerozhodujú, aj keď niektorí autori udávajú vyššie riziko v skupine mladých ľudí a u žien. Paradoxne, riziko vzniku AVCh neznižuje fyzická tréningovosť – kondícia, a svoju úlohu nezohrávajú ani tradičné rizikové faktory, ako je ischemická choroba srdca, artériová hypertenzia, diabetes mellitus a fajčenie. Ako príklad návrhu stratifikácie rizika vzniku AVCh uvádzame konsenzus Wilderness Medical Society (Luks et al., 2014).

## Patofyziológia

Barometrický tlak na hladine mora je 760 mmHg. V nadmorskej výške 5 800 m je polovičný arteriálna saturácia krvi kyslíkom pO<sub>2</sub> je 55%. To je hodnota, ktorá je napríklad u pacientov s chronickou obštrukčnou bronchopulmonálnou chorobou už indikáciou na kontinuálnu oxygénoterapiu. Vzťah barometrického tlaku k nadmorskej výške ešte ovplyvňuje aj zemepisná šírka (vyššia hrúbka atmosféry v oblasti rovníka verus polárne oblasti) a ročné obdobie (počas leta vyššia

teplota vzduchu v atmosfére), takže horolezec na Čomolungme (8848 m) má vyššie pO<sub>2</sub> v porovnaní s horolezcom na podstatne nižšom Mt. McKinley (6 168 m) (West et al., 1983).

Aklimatizácia jedinca na vysokú nadmorskú výšku je komplikovaný proces. Proces rýchlej aklimatizácie trvá niekoľko málo dní a zahŕňa napríklad hyperventiláciu (práve ventilačná reakcia na hypobarickú hypoxiu sa považuje za možný prediktor rizika vzniku AVCh) (Richalet et al., 2012). Ďalej dochádza k rýchlemu vzostupu hemoglobínu a hematokritu už v priebehu 12–24 hodín mechanizmom poklesu plazmatického objemu, ako aj vyprázdnením fyziologických krvných rezervárov. Vplyvom viacerých faktorov (pO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub>, teplota, hladina 2,3-DPG) sa mení disociačná krivka hemoglobínu a nastupujú aj sympatikom sprostredkované cirkulačné reflexy (napríklad tachykardia, zvýšenie rCBF až o 24 %). Niektoré z nich však môžu mať aj kontraproduktívny efekt, keď napríklad reflexne navodená hypoxická pľúcna vazokonstrikcia nie je iba adaptačná, ale môže priamo prispieť k vzniku a rozvoju HAPE (Maggiolini et al., 2001; Swenson et al., 2002). Fenomén krátkodobej aklimatizácie je čiastočný a umožňuje pomerne rýchly vzostup pO<sub>2</sub> vo výškach nad 5 800 m o 8–10%. Dlhodobá aklimatizácia trvá niekoľko mesiacov a súvisí hlavne s erytropoézou a zásadným zvýšením hemoglobínu a transportnej kapacity krvi pre kyslík. Zvýšenie hematokritu nad určitú úroveň môže byť opäť aj kontraproduktívne, keďže negatívne ovplyvňuje mikrocirkuláciu (West, 2012).

Napriek uvedenému sme presvedčení, že každý jedinec má daný určitý „výškový a výkonový“ limit a tento je podmienený najmä geneticky. Rezistencia organizmu na hypoxiu obsahuje napríklad fylogeneticky veľmi starý mechanizmus, ktorý má už primitívny červ *Caenorhabditis elegans* bez obehovej a dýchacej sústavy. Ide o nedostatok kyslíka spustenú metabolickú kaskádu pravdepodobne na úrovni každej bunky. Reakcie HIF-1 $\alpha$  a HIF-1 $\beta$  (hypoxia inducible factor) podmieňuje zmeny v aeróbnom aj anaeróbnom metabolizme, procesoch angiogenézy, erytropoéze, chemosenzitivite glomu scarticum, ako aj vazodilatáciu a inhibíciu K<sup>+</sup> iónových kanálov (Semenza, 2012).

Je známe, že domorodí obyvatelia Tibetu (z ktorých sa rekrutujú vysokohorskí nosiči – šerpovia) majú v extrémnych nadmorských výškach vyššiu fyzickú výkonnosť v porovnaní napríklad s európskou bielou populáciou (a to aj po jej dlhodobej aklimatizácii). Tibeťania majú nižší hemoglobín, nižšiu hypoxickú pulmonálnu vazokonstrikciu, vyššiu sérovú hladinu NO metabolitov a ich novo-

rodenci majú vyššiu pôrodnú hmotnosť a vyššiu novorodeneckú saturáciu krvi kyslíkom oproti európskej bielej populácii. Medzi týmito populáciami sú dokázané odlišnosti v génoch súvisiacich s HIF (napríklad EPAS1), ale aj v génoch EGLN1 a PPARA (podieľajú sa na regulácii erytropoézy) (Simonson et al., 2010). Z celosvetového hľadiska sú vysoko-horské domáce populácie Tibetu a Ánd dlhodobo a najlepšie aklimatizované na hypobarickú hypoxiu. Aj keď sú obidve tieto populácie fenotypovo veľmi podobné, sú medzi nimi evidentné fyziologické rozdiely (napríklad charakteristika pokojového dýchania, hodnota hemoglobínu, saturácia krvi kyslíkom), ako aj genotypové rozdiely, ktorých analýza presahuje ideový zámer tohto prehľadového článku (Beall, 2000).

## Prevenia a terapia AVCh

Poznáme tri preukázané súčasti prevencie vzniku a rozvoja AVCh. Prvým postupom je výšková aklimatizácia a kontrolované stúpanie do vysokých nadmorských výšok. Dosať neexistuje optimálny stúpací algoritmus, ale všeobecne sa vo výškach nad 3 000 m odporúča stúpať denne najviac 500 výškových metrov s oddychovým dňom (každý 3. alebo 4. deň). Druhý postup je farmakologický a rovnako štandardný ako plánovaná aklimatizácia. Je to podávanie acetazolamidu v dennej dávke 2 x 125 – 250 mg perorálne. Tento inhibitor karboanhydrázy s mnohostranným medicínskym využitím podmieňuje mierny nárast diurézy, a zároveň zvýšenie ventilačnej odpovede na zmenu parciálnych tlakov respiračných plynov. Acetazolamid je možné vysadiť niekoľko dní po dosiahnutí maximálnej nadmorskej výšky. Je potrebná určitá opatrnosť u osôb so známou alergiou na sulfonamidové preparáty. Treťou, niekedy využívanou možnosťou je podávanie dexamethasonu v dennej dávke 4 x 2 mg perorálne. Mechanizmus účinku dexamethasonu spočíva v znížení kapilárnej permeability, znížení syntézy rôznych zápalových mediátorov a v modulácii sympatikovej nervovej aktivity. Podávanie dexamethasonu má určité špecifiká (napríklad pri dlhotrvajúcom podávaní hrozí útlm činnosti kôry nadobličiek s následnými zdravotnými rizikami), a navyše, nie je ho možné vo vysokých nadmorských výškach ani vysadiť, pretože hrozí tzv. rebound efekt so vznikom AVCh. Dexamethason je teda skôr rezervovaný na osobitné situácie (napríklad osoby s prejavmi AVCh stredne ťažkého stupňa v minulosti, vojenské nasadenie) (Luks et Swenson, 2008). Existuje aj informácia o efektívnom využití sumatriptanu v prevencii AVCh (Jafarian et al., 2007).

Liečba AVCh vo vysokohorských podmienkach závisí v súčasnosti od intenzity a charakteru príznakov, od transportných možností (profil terénu, dopravné prostriedky a meteorologické podmienky) a v neposlednom rade od liekového vybavenia (to by malo byť samozrejmosťou) a ďalšieho špeciálneho vybavenia (napríklad prenosná hyperbarická komora). V zásade platí, že ľahké a maximálne stredne ťažké formy AVCh liečime zastavením stúpania, úplným pokojovým režimom a podávaním acetazolamid (denná dávka 2 × 250 mg perorálne) a najčastejšie v kombinácii s NSAID (napríklad ibuprofen v dennej dávke 3 × 400 mg perorálne) (Luks a Swenson, 2008). Uvedená terapia postačuje, pokiaľ nastane stabilizácia stavu a po 24–48 hodinách aj zrejme regresia príznakov AVCh. Ťažké formy AVCh vrátane HACE a/alebo HAPE vyžadujú zásadne odlišný postup. Okrem okamžitého zastavenia stúpania (to ostatne ani pacient v ťažkom stave nie je schopný zvládnuť) je nevyhnutné zariadiť čo najskorší zostup. Klesanie by malo byť na jeden deň väčšie ako 300 m, ale nemalo by presiahnuť 1 000 výškových metrov (výnimkou je, samozrejme, letecký presun). Pochopiteľne, pacient v ťažkom stave nie je schopný samostatného presunu, ale musí byť transportovaný. Permanentné nasadenie kyslíkovej masky s prietokom O<sub>2</sub> 4–6 l/min. a so zaistením saturácie nad 90% je minimálny variant. Ďalšími možnosťami pri lepšom technickom vybavení je respirácia s využitím CPAP (continuous positive air way pressure) a aktuálnym ideálom je špeciálna prenosná hyperbarická komora (Netzer et al., 2013). Najviac používaná prenosná hyperbarická komora (portable hyperbaric chamber) je vyrábaná spoločnosťou OxyHealth s typovým označením Solace 210 (viac ako 8 500 kusov celosvetovo). Rozvinutá komora má tvar valca (dĺžka 2,33 m, priemer 0,56 m, obvod 1,80 m). Celková hmotnosť zariadenia je 43,4 kg a môže byť pohodlne uložené v dvoch štandardných horolezeckých vakoch (samozrejme aj v kontajneroch horolezeckých výprav, ktoré do výškových táborov vyvážajú helikoptéry). Katalógová cena zariadenia je približne 8 000 USD (www.oxyhealth.com). Toto zariadenie by asi malo byť súčasťou logisticky kvalitných vysokohorských výprav nad 5 500 m nadmorskej výšky. Pri prejavoch opuchu mozgu (HACE) je jednoznačne indikované podávanie dexametasonu najlepšie vnútrožilovo v dennej dávke 4 × 8 mg. Pri prejavoch pľúcneho edému (HAPE) platí kompletná vyššie uvedená terapia, aj keď benefit kortikoidov nie je v tomto prípade presvedčivo dokázaný. Ako aditívna perorálna medikácia sa používa perorálny nifedipin v dennej dávke 3 × 20 mg a v literatúre sú

aj informácie o perorálnom použití PDE-5 inhibítorov (sildenafil, tadalafil) a inhalačnom použití β2 agonistu salmeterolu (Netzer et al., 2013). Schéma algoritmu manažmentu AVCh podľa stupňa jej závažnosti je uvedená v tabuľke 1. Samozrejmosťou je použitie aj ďalších liečebných postupov podľa celkového stavu pacienta (napríklad antibiotiká).

### Kazuistika

47-ročný muž, slovenský profesionálny horský záchranár a medzinárodný horský vodca UIAGM, sa zúčastnil na výprave „Slovak Mountain Guides Expedition 2015“, ktorej cieľom bolo vystúpiť na himalájsku horu Makalu vysokú 8 462 m. Dodatočnou cieľovou anamnézou sme zistili, že v minulosti pri opakovaných výstupoch na Mont Blanc (4 810 m) alebo pri výstupe na Elbrus (5 642 m) mal pacient miernu bolesť hlavy spojenú s nevoľnosťou a únavou počas záverečnej fázy výstupov, ale aj približne do 48 hodín po zostupe. Uvedeným príznakom neprípisoval žiadny význam, nezmenil sa o nich lekárovi expedície a počas úvodného stúpania z Káthmandú do základného tábora vo výške 5 400 m neužíval žiadnu profylaktickú liečbu. V predposlednej etape (denný výstup z 3 500 do 4 900 m) pacient večer opisuje miernu bolesť hlavy a nadmernú spavosť. V rovnakom čase vzniká aj diarhoe s opakovanými vodnatými stolicami. Na druhý aj tretí deň nie je pacient schopný pokračovať vo výstupe a obidva dni trávi na lôžku v ťažkej malátnosti a slabosti. Pretrvávajú bolesti hlavy, opakované vracanie a hnačkové stolice. Liečba okrem snahy pacienta prijímať dostatočné množstvo sladkých tekutín pozostávala iba z niekoľkých tabliet aspirínu a ibuprofenu z osobnej lekárnice pacienta. Dôvodom bola skutočnosť, že lekár výpravy sa nachádzal v nižšom tábore, sám už s podozrením na AVCh s pľúcny edémom. Ďalšou nepríjemnou okolnosťou bolo, že kontajner so zdravotným materiálom a liekmi pre celú expedíciu vyniesli šerpiovia do základného tábora vo výške 5 400 m a v medzitábore vo výške 4 900 m teda žiadne lieky neboli (a aj keby boli, tak by asi chýbalo potrebné „know-how“ na ich adekvátne použitie). Na tretí deň večer mal pacient ťažký kolapsový stav. Privolaný vrtuľník ho na štvrtý deň ráno zväza v kyslíkovej maske do nemocnice v Káthmandú. Následné dve zemetrasenia ukončili predčasne nielen činnosť slovenskej výpravy, ale aj kompletne celú horolezeckú jarnú sezónu 2015 v Nepále.

Môžeme teda uzavrieť, že išlo o stredne závažný stupeň AVCh v kombinácii s hnačkovým syndrómom. Z anamnézy pacienta je zrejme, že

išlo o osobu s dispozíciou na vznik AVCh (opakované ľahké formy AVCh v minulosti – Mont Blanc, Elbrus). Napriek tomu nebola použitá pri rýchlom stúpaní adekvátna preventívna medikácia (acetazolamid) a ani po vzniku ťažkostí nebol stav primerane riešený lekárom výpravy. Etiológiu hnačiek nevieme z dostupných informácií identifikovať, ale určite prispeli k vzniku a rozvoju AVCh.

### Literatúra

1. Bärtsch P, Swenson ER. Acute high altitude illnesses. *N Engl J Med.* 2013;368:2294–2302.
2. Beall CM. Tibetan and Andean patterns of adaptation to high altitude hypoxia. *Hum Biol.* 2000; 72: 201–228.
3. Bartscher M, Bachmann O, Hatzl T, Hotter B, Likar R, Philadelphia M, Nachbauer W. Cardiopulmonary and metabolic responses in healthy elderly during a one week hiking program at high altitude. *Eur J Appl Physiol.* 2001; 84: 379–386.
4. Eide RP, Asplund CA. Altitude illness: update on prevention and treatment. *Curr Sports Med Rep.* 2012; 3: 124–130.
5. Jafarian S, Gorouhi F, Salimi S, Lotfi J. Sumatriptan for prevention of acute mountain sickness: randomized clinical trial. *Ann Neurol.* 2007; 62: 273–277.
6. Luks AM, McIntosh SE, Grissom CK, Auerbach PS, Rodway GW, Schoene RB, Zafren K, Hackett PH. Wilderness medical society practice guidelines for the prevention and treatment of acute altitude illness: update 2014. *Wilderness Environ Med.* 2014; (Suppl 4): S4–S14.
7. Luks AM, Swenson ER. Medication and dosage considerations in the prophylaxis and treatment of high altitude illness. *Chest.* 2008; 133: 744–755.
8. Maggiorini M, Mélot C, Pierre S, Pfeiffer F, Greve I, Sartori C, Lepori M, Hauser M, Scherrer U, Naeije R. High altitude pulmonary edema is initially caused by an increase in capillary pressure. *Circulation.* 2001; 103: 2078–2083.
9. Netzer N, Strohl K, Faulhaber M, Gatterer H, Bartscher M. Hypoxia related altitude illnesses. *J Travel Med.* 2013;4:247–255.
10. Richalet JP, Larmignat P, Poitrine E, Letournel M, Canouï-Poitrine F. Physiological risk factors for severe high altitude illness: a prospective cohort study. *Am J Respir Crit Care Med.* 2012; 185: 192–198.
11. Semenza GL. Hypoxia inducible factors in physiology and medicine. *Cell.* 2012; 148: 399–408.
12. Simonson TS, Yang Y, Huff CD, Yun H, Qin G, Witherspoon DJ, Bai Z, Lorenzo FR, Xing J, Jorde LB, Prchal JT, Ge R. Genetic evidence for high altitude adaptation in Tibet. *Science.* 2010; 329: 72–75.
13. Sutton JR, Coates G, Houston CS. Hypoxia and mountain medicine. Burlington: Queen City Press; 1992: 340.
14. Swenson ER, Maggiorini M, Mongovin S, Gibbs JS, Greve I, Mairbäur H, Bärtsch P. Pathogenesis of high altitude pulmonary edema: inflammation is not an etiologic factor. *JAMA.* 2002; 287: 2228–2235.
15. West JB. High altitude medicine. *Am J Respir Crit Care Med.* 2012; 12: 1229–1237.
16. West JB, Lahiri S, Maret KH, Peters RM Jr, Pizzo CJ. Barometric pressures at extreme altitudes on Mt. Everest: physiological significance. *J Appl Physiol.* 1983; 54: 1188–1194.

Článok je prevzatý z

*Neurol. praxi* 2015; 16(4): 193–195

**prof. MUDr. Egon Kurča, PhD.**  
Neurologická klinika JLF UK a UNM  
Kollárova 2, 036 59 Martin  
egonkurca@gmail.com

