

VÝŠKOVÁ HYPOXIA A SLOVENSKO

Štefan KUJANÍK

Ústav fyziológie Lekárskej fakulty Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Slovenská republika

Súhrn

Súborný referát sa zaoberá prehľadom poznatkov o možných rizikách a ich mechanizmoch počas pobytu ľudí v miernych nadmorských výškach Slovenska. So stúpajúcou nadmorskou výškou sa prehĺbuje výšková (hypoxická aj hypobarická) hypoxia. Podobne pôsobí nielen kontinuálna, ale aj intermitentná alebo v barokomore simulovaná hypoxia. Návštevníci prichádzajúci z nížinných oblastí prekonávajú na vyššie výšky akútnu fázu aklimatizácie (prvých niekoľko dní až 2 týždne), neskôr chronickú fázu a ich reakcie na výšku sú menej výrazné ako pri príchode. U zdravých ľudí mierna nadmorská výška vážne problémy nevyvoláva, u pacientov s akútnym infarktom myokardu alebo hrudným chirurgickým výkonom, nestabilnou anginou pectoris a slabo kompenzovaným kongestívnym zlyhávaním srdca, arytmiou alebo hypertenziou však môže byť rizikom. Riziko stúpa, keď je výstup do nej rýchly, uskutočňuje sa bez aklimatizácie, výškový rozdiel je veľký a výstup je spojený s vyšším vekom alebo väčšou telesnou námahou. Podobne aj letecká doprava môže byť nebezpečná pre určité skupiny pacientov. Preto takíto chorí do vyšších nadmorských výšok a lietadla nepatria. Mierna nadmorská výška má aj niektoré pozitívne účinky.

Kľúčové slová: Hypoxia; Nadmorská výška; Kyslík; Srdce; Respiračný systém; Letectvo.

Altitude Hypoxia and Slovakia

Summary

The article gives an overview knowledge on possible human risks and their mechanisms during a stay in moderate altitude of Slovakia. Altitude (hypoxic or hypobaric) hypoxia increases with increasing altitude. Not only continuous but also intermittent or in barochamber simulated hypoxia acts in a similar way. Visitors coming from lowlands can adapt to higher altitudes during the acute phase of acclimatization (first several days to two weeks), later during the chronic phase and their reactions to altitude are less expressive compared to their arrival. In healthy persons, a moderate altitude does not produce severe troubles, however, in patients with acute myocardial infarction or chest surgical interventions, instable angina pectoris and insufficiently compensated congestive heart failure, arrhythmia or hypertension it can be a risk. The risk increases if the ascent is fast, performed without acclimatization, the altitude difference is big and the ascent is associated with a higher age or excessive physical strain. Similarly, an aviation transport can be dangerous for certain groups of patients. Therefore these persons are not suitable for the stay in higher altitudes or aircrafts. Moderate altitudes show some beneficial effects, as well.

Key words: Hypoxia; Altitude; Oxygen; Heart; Respiratory system; Aviation.

Úvod

Za nadmorskú výšku, v ktorej dochádza u zdravých ľudí pri porovnaní s nížinou už k významným zmenám hematologických, kardiovaskulárnych, respiračných a iných ukazovateľov, možno podľa rôznych autorov považovať rozmedzie 800 až 1200 m nad morom. Táto nadmorská výška do 3000 m sa volá mierna (MNV) a trvale v nej žijú milióny ľudí na celom svete. Slovensko je relatívne dosť hornatá krajina, lebo sa v nej vyskytuje viac ako 20 pohorí (tab. 1, 2) a viac ako 10 verejných

asfaltových ciest s výškou nad 1000 m. Niektorí naši obyvatelia v MNV žijú aj trvale, väčšina však prichádza do nej z nížinných podmienok. Tieto výšky sú dosiahnuteľné v lete aj v zime rôznymi druhmi dopravy alebo peši. Mnohí z návštevníkov si ani neuvedomujú, že vstupujú do hypoxických podmienok. Tým stúpa aj možné riziko zdravotných komplikácií spojených s pobytom v MNV.

Cieľom tohto prehľadného článku s vlastnými výsledkami je poukázať na možnosti a mechanizmy rizík vyvolaných výškovou hypoxiou na Slovensku.

Tabuľka 1

Hlavné turisticky dostupné a často navštevované oblasti Vysokých, Západných a Nízkych Tatier

Vysoké Tatry od západu na východ:	Nadmorská výška
Svinica	2301 m
Kôprovský štít	2367 m
Kriváň	2494 m
Rysy – najvyšší vrchol Poľska	2499 m
sedlo Váha (cestou na Rysy)	2337 m
Gerlachovský štít – najvyšší vrchol Slovenska	2654 m
sedlo Poľský hrebeň (spoj Velickej a Bielovodskej doliny)	2200 m
Východná Vysoká	2429 m
mesto Vysoké Tatry (centrum a sídlo – Starý Smokovec)	1010 m
Slavkovský štít	2452 m
sedlo Prielom (spoj Veľkej Studenej a Bielovodskej doliny)	2288 m
Priečne sedlo (spoj Veľkej a Malej Studenej doliny)	2352 m
sedlo Sedielko – najvyššie v hlavnom hrebeni	2372 m
obec Tatranská Lomnica (železnica, auto, autobus, lanovka)	860 m
Lomnický štít (lanovka, peši iba s vodcom)	2633 m
Kolové sedlo (cestou na Jahňací štít)	2118 m
Jahňací štít	2229 m
Západné Tatry od západu na východ:	
Sivý vrch	1805 m
Salatín	2047 m
Pachoľa	2166 m
Baníkov	2178 m
Baranec	2184 m
Plačlivý Roháč	2126 m
Ostrý Roháč	2084 m
Volovec	2068 m
Jakubiná	2194 m
Klin	2176 m
Bystrá – najvyšší vrch Západných Tatier	2248 m
obec Podbanské (autom, autobusom)	950 m
Nízke Tatry od západu na východ:	
obec Donovaly (hlavný hrebeň, hradská Ružomberok–Banská Bystrica)	960 m
Prašivá-Veľká Chochuľa	1753 m
Chabenec	1955 m
Dereše	2003 m
Chopok	2023 m
osada Jasná (autom, autobusom z Liptovského Mikuláša)	1200 m
Ďumbier – najvyšší vrch Nízkych Tatier	2045 m
sedlo Čertovica (hlavný hrebeň, hradská Brezno–Liptovský Hrádok)	1238 m
Beňuška	1541 m
Homôľka	1659 m
Veľký bok	1727 m
Veľká Vápenica	1691 m
Kráľova hoľa (účelová asfaltka, vjazd zakázaný)	1948 m
obec Liptovská Teplička (autom, autobusom)	979 m

Tabuľka 2

Iné najvyššie turisticky dostupné horské oblasti Slovenska s nadmorskou výškou nad 1000 metrov

Miesto a pohorie	Nadmorská výška
Babia hora (Oravské Beskydy)	1722 m
Pilsko (Oravské Beskydy)	1556 m
Veľký Fatranský Kriváň (Malá Fatra)	1709 m
Malý Fatranský Kriváň (Malá Fatra)	1670 m
Veľký Rozsutec (Malá Fatra)	1609 m
Veľký Choč (Chočské vrchy)	1607 m
Ostredok (Veľká Fatra)	1592 m
Krížna (Veľká Fatra) – lanovka	1574 m
Rakytov (Veľká Fatra)	1567 m
Stolica (Slovenské rudohorie stred)	1476 m
Poľana (Slovenské rudohorie západ)	1457 m
Kubínska hoľa (Oravská Magura)	1348 m
Paráč (Oravská Magura)	1324 m
Vtáčnik (pohorie Vtáčnik)	1346 m
Flochová (Kremnické vrchy)	1316 m
osada Kremnica-Skalka (Kremnické vrchy) – autom, autobusom	1213 m
Skorušina (Skorušinské vrchy)	1313 m
chata pod Poľanou (autom, autobusom) – Slovenské rudohorie	1306 m
Čierna hora (Levočské vrchy)	1289 m
Veľká Knola (Slovenský raj)	1265 m
horský hotel Kráľova studňa (autom) – Veľká Fatra	1264 m
Repisko (Spišská Magura)	1259 m
chata na Martinských holiach (autom, autobusom, lanovkou) – Malá Fatra	1250 m
Veľká Rača (Kysucké Beskydy)	1236 m
Kremenec (Východné Beskydy)	1221 m
Strážov (Stražovské vrchy)	1214 m
Smrekovica (pohorie Branisko)	1199 m
Šíp (Chočské vrchy – Oravská vrchovina)	1169 m
Minčol (Čergovské pohorie)	1157 m
Pupov (Kysucká vrchovina)	1095 m
Šimonka (Slanské vrchy)	1092 m
Veľký Polom (Moravskosliezske Beskydy)	1087 m
Bachureň (pohorie Bachureň na Spiši)	1081 m
Vihorlat (Vihorlatské pohorie)	1076 m
Veľký Javorník (Javorníky)	1071 m
sedlo Grajnár (autom, autobusom, cesta Spišská Nová Ves–Mlynky) – Slovenský raj	1061 m
Vysoké Skalky (Pieninský národný park)	1049 m
Javorie (Krupinská vrchovina)	1043 m
Inovec (Považský Inovec)	1042 m
Roháčka (pohorie Čierna hora)	1028 m
sedlo Tlstý javor (autom, autobusom, hradska Detva–Brezno) – Slovenské rudohorie	1025 m
obec Lom nad Rimavicou (Slovenské rudohorie)	1015 m
Sitno (Štiavnické vrchy)	1009 m

Zmeny s výškou

Vzduch je zmes plynov, v ktorej je dusíka okolo 78 %, kyslíka necelých 21 %, oxidu uhličitého 0,03–0,04 %, vodných pár 0,2–2,6 % a inertných plynov do 1 % (8). Stálym miešaním, podmieneným prúdením vzduchu, sa toto zloženie nemení až do výšky asi 90 km. Kyslík je v nižších vrstvách atmosféry hlavne v dvojatómovej podobe. Ako ozón (O_3) sa vyskytuje hlavne v ozonosfére, kde tvorí ochrannú vrstvu proti UV žiareniu. Tlak a hustota vzduchu s výškou ubúdajú, na každých 5,5 km výšky tlak klesá asi na polovicu. Výkyvy atmosférického tlaku sú najväčšie pri hladine mora (maximálne 89 až 107 kPa) a najmenšie vo veľkých výškach, kde sa už nevyskytuje ani výraznejšie prúdenie vzduchu. S poklesom atmosférického tlaku klesajú tiež parciálne tlaky jednotlivých plynov.

Parciálny tlak kyslíka v alveolách (pAO_2) je zreteľne nižší než v atmosférickom vzduchu (pO_2). Do alveol vdychujeme atmosférický vzduch v dýchacích cestách ohriaty na teplotu 37 °C a 100-percentne nasýtený vodnými parami. Kolísanie atmosférického tlaku sa vyskytuje pri zmenách počasia, ovplyvňuje hodnoty parciálnych tlakov plynov a môže pôsobiť na niektoré ochorenia (meteorotropné vplyvy a meteorosenzitivita) pozitívne aj negatívne (9, 21, 22).

So stúpajúcou nadmorskou výškou (upravené podľa 9, 15, 22 a iných): atmosférický tlak klesá približne o 12 % na každých 1000 m výšky, teplota vzduchu sa znižuje asi o 6 °C na každých 1000 m, hustota vzduchu sa postupne znižuje, tlak vodných pár klesá približne o 25 % na 1000 m a výdaj vody zo sliznice bronchov pri dýchaní sa zdvojnásobuje, celkové žiarenie sa zvyšuje o 10–20 % na každých 1000 m, kozmické žiarenie sa zvyšuje (vo výške 5500 m je takmer 10-krát väčšie ako pri hladine mora), ultrafialové žiarenie sa zvyšuje o 20–30 % na každých 1000 m, množstvo aerosólu a častíc vo vzduchu sa znižuje, percentuálne zloženie vzduchu sa však nemení, saturácia hemoglobínu kyslíkom sa do výšky 1000 m nemení, do 2000 m klesá nesignifikantne, zreteľné zníženie pozorujeme až nad 3000 m.

Asi do výšky 4000 m je pokles atmosférického tlaku približne lineárny. Úmerne klesá aj pO_2 (tab. 3), ale kyslík tvorí stále 21 % objemu vzduchu. Súčasne klesá saturácia hemoglobínu kyslíkom a tým aj celkové množstvo kyslíka v krvi (9, 10), ktoré je pri hladine mora u zdravých ľudí okolo 1 litra, lebo 1 gram hemoglobínu viaže 1,34 ml kyslíka (8).

Mechanizmy pôsobenia vyššej nadmorskej výšky

So stúpajúcou nadmorskou výškou sa prehĺbuje výšková (hypoxická, hypobarická) hypoxia. Podobne pôsobí nielen kontinuálna, ale aj intermitentná alebo v barokomore simulovaná hypoxia. Odlišné je však pôsobenie hypobarickej hypoxie na ľudí prichádzajúcich sporadicky do hôr z nížinných podmienok od tých, ktorí trvale žijú vo vyšších nadmorských výškach. Horalí sú adaptovaní na hypoxiu aj geneticky. Pokles pO_2 s výškou vedie k viacerým fyziologickým adaptačným reakciám, ako sú hyperventilácia, pľúcna vazokonstrikcia, zmenený vzťah ventilácie a perfúzie, zvýšená aktivita sympatika. Aby sa predišlo vážnym negatívnym dôsledkom hypoxie, parciálny tlak kyslíka v artériovej krvi (PaO_2) by sa mal udržiavať aspoň v rozmedzí nad 50–55 mmHg (6,67–7,33 kPa) (16).

Návštevníci prichádzajúci z nížinných podmienok prekonávajú najprv akútnu fázu aklimatizácie a ich reakcie na výšku sú po nej menej výrazné ako pri príchode. Počas viactýždňového pobytu dochádza až k signifikantnému poklesu viacerých kardiorespiračných ukazovateľov (11). Prvé reakcie na hypoxiu (hyperventilácia a mierna tachykardia) sa dajú pozorovať už okolo 1000 m. Od 1500 do 1800 m sú v popredí poruchy zrakových funkcií – narušenie svetlocitu, farbocitu a hĺbkového videnia. Strata citlivosti je najvyššia pre modrú, nižšia pre červenú a najnižšia pre žltú farbu. Do 2000 m nie je žiaden vplyv na psychické funkcie a reakčný čas.

Tlak krvi sa zvyšuje až vo výške 5000–7000 m (7, 13). Účinok týchto kompenzačných mechanizmov je dostatočný len do výšky 3000 m. Pri jej prekročení pozorujeme prvé príznaky zo strany centrálného nervového systému. Vtedy je už nutné podať kyslík.

Naše monitorovanie metódou Holtera počas transportu zdravých mužov nad 50 rokov veku lanovkou v MNV ukázalo (12), že výskyt ojedinelých supraventrikulárnych aj komorových extrasystol je priamo úmerný nadmorskej výške (tab. 4). Na začiatku v údolnej stanici je extrasystol najmenej, počas jazdy nahor pribúdajú, na vrchole ich je najviac, počas jazdy nadol klesajú a na konci zostupu sa vracajú k východiskovým hodnotám. Mierna nadmorská výška 2500 m (14) vyvoláva u starších ľudí hypoxémiu, aktiváciu sympatika a pľúcnu hypertenziu. Niektorí turisti sa v horách radi potúžia alkoholom, avšak tento vyvoláva poruchy rovnováhy a

Tabuľka 3

Atmosférický tlak, PO₂ a nadmorská výška (upravené podľa rôznych autorov)

Nadmorská výška	Atmosférický tlak	PO ₂ vo vzduchu
Mŕtve more (-394 m)	800 mmHg = 107 kPa	167,2 mmHg = 22,3 kPa
hladina mora (0 m)	760 mmHg = 101,32 kPa	158,8 mmHg = 21,1 kPa
Košice (210 m)	740 mmHg = 98,7 kPa	154,7 mmHg = 20,6 kPa
Štrbské Pleso (1350 m)	645 mmHg = 86 kPa	134,8 mmHg = 18 kPa
Lomnický štít (2632 m)	548 mmHg = 73 kPa	114,5 mmHg = 15,27 kPa
4000 m	456 mmHg = 60,8 kPa	95 mmHg = 12,7 kPa
6100 m	347 mmHg = 46,26 kPa	70 mmHg = 9,33 kPa
7620 m	282 mmHg = 37,60 kPa	57 mmHg = 7,60 kPa
8840 m	240 mmHg = 32,0 kPa	43 mmHg = 5,73 kPa
10 000 m	198 mmHg = 26,39 kPa	41 mmHg = 5,46 kPa
12 000 m	145 mmHg = 19,33 kPa	30 mmHg = 4 kPa
16 000 m	77 mmHg = 10,26 kPa	16 mmHg = 2,13 kPa
20 000 m	41 mmHg = 5,46 kPa	8,6 mmHg = 1,15 kPa

Tabuľka 4

Zmeny výskytu ojedinelých extrasystol s nadmorskou výškou počas pasívneho (bez telesnej námahy) prevozu zdravých mužov nad 50 rokov lanovkou po trase Tatranská Lomnica–Skalnaté Pleso–Lomnický štít (prevýšenie 1734 m) a späť.

KES – komorové extrasystoly, SVES – supraventrikulárne extrasystoly. Štatistická významnosť oproti hodnotám na začiatku prevozu (898 m).

Ukazovateľ	Tatranská Lomnica	Skalnaté Pleso	Lomnický štít	Skalnaté Pleso	Tatranská Lomnica
	Začiatok	Nahor	Vrchol	Nadol	Koniec
Nadmorská výška	898 m	1764 m	2632 m	1764 m	898 m
Systolický tlak krvi (SD)	17,45 (2,45) kPa	17,97 (2,70) kPa p < 0,006	17,81 (3,01) kPa	17,84 (2,87) kPa	17,42 (2,68) kPa
Diastolický tlak krvi (SD)	11,61 (1,51) kPa	11,84 (1,51) kPa	11,59 (1,47) kPa	11,97 (1,47) kPa	11,45 (1,47) kPa
Srdcová frekvencia (SD)	69,9/min (9,06)	67,4/min (8,51)	71,9/min (7,75)	72,9/min (8,44)	70,6/min (5,81)
Počet KES za 10 min (SD)	2,8 (6,36)	8,35 (13,26) p < 0,05	17,84 (22,67) p < 0,001	8,05 (8,09) p < 0,001	3,45 (5,44)
Počet SVES za 10 min (SD)	0	0,06 (0,22)	0,4 (0,49)	0,15 (0,67)	0

koordinácie pohybov a blokuje prvé štádiá adaptácie ventilácie na hypoxiu (19).

U citlivých ľudí a pri rýchlom výstupe sa môžu vyskytnúť aj okolo 2500 m závažné komplikácie (akútna horská choroba, strata vedomia, výškový pľúcny edém a výškový edém mozgu). Prvou po-

mocou je okamžitý zostup do menšej výšky, kde je zaistená lekárska pomoc a inhalácia kyslíka. Keď to nie je možné okamžite, do možnosti odsunu podáme nifedipin (4). Ako prevencia komplikácií má byť výstup vo výškach nad 2500 m spomalený na maximálne 300–350 m denne (4).

Výskyt srdcových obtiaží sa môže ešte zvýšiť počas fyzickej námahy. Prejavuje sa to ako bolesti hlavy, búšenie srdca, rýchla únavnosť a vzostup krvného tlaku až hypertenzná kríza, ktoré sa vyskytujú hlavne v prvých dňoch aklimatizácie po príchode niektorých starších pacientov na liečenie alebo rekreantov na pobyt vo Vysokých Tatrách. Najviac ohrození sú pacienti s ischemiou myokardu (tichou, latentnou aj manifestnou), ktorá sa v MNV a počas zvýšenej telesnej námahy ešte viac manifestuje. Toto riziko stúpa s vekom (1), lebo u starších ľudí je častejšia ischemická choroba srdca. Stupeň hypoxie ovplyvňuje aj úmrtnosť na chronickú obštrukčnú bronchopulmonálnu chorobu (5), ktorá signifikantne stúpa každých 95 metrov výšky.

Samotná chronická hypoxia znižuje hmotnosť tela, zvyšuje hematokrit a zmenšuje veľkosť infarktového ložiska v srdci, tieto vplyvy však tlmí hyperkapnia (18). Zvýšená hladina CO_2 v inšpirovanom vzduchu teda potláča kardioprotektívny účinok chronickej hypoxie, pravdepodobne ovplyvnením signálnych ciest voľných kyslíkových radikálov (18). Chronická výšková hypoxia chráni ischemické srdce pred zvýšenou tvorbou srdcových arytmií (3, 17). Negatívnym vplyvom nadmorskej výšky môže brániť aj mierna konzumácia červeného vína (20). Mechanizmus tohto pôsobenia nie je celkom objasnený, ale zúčastňuje sa na ňom pravdepodobne niekoľko faktorov (antioxidanty, vazodilatačné účinky alkoholu, objem vypitej tekutiny kompenzujúci hypovolémiu atď.).

Dnes je už dobre známe, že značná časť fyziologických funkcií nemá stále konštantný priebeh, ale kolíše v čase (cirkadiánne, ultradiánne, lunárne, sezónne a solárne zmeny). Tieto takzvané biologické rytmy sú známe aj v kardiovaskulárnom, respiračnom, krvnom a iných systémoch a vyskytujú sa aj v miernej nadmorskej výške (23).

Letecká doprava

Mierna výšková hypoxia vzniká aj počas letu v dopravných alebo vojenských lietadlách, lebo nie sú úplne hermetizované na pomery na morskej hladine. Barometrický tlak v prúdových dopravných lietadlách zodpovedá priemernej výške 1894 m, kolíše od 0 do 2717 m (6). Vo vojenských lietadlách zodpovedá hermetizácia výške až do 8000 m. Veľmi citliví na pobyt v nadmorských výškach a lety v lietadle sú kardiaci. Do 2500 až 3000 m asymptoma-

tickí pacienti s dobrou toleranciou fyzickej záťaže, bez známk ischemie pri ergometrickom vyšetrení a s ejekčnou frakciou ľavej komory nad 50 % sa vystavujú iba malému riziku. Pomerne prísnu kontraindikáciu letu v lietadle u koronárnych pacientov sú nekomplikovaný infarkt myokardu prekonaný v posledných 2 týždňoch, komplikovaný infarkt v posledných 6 týždňoch, nestabilná angina pectoris, hrudný chirurgický výkon v posledných 3 týždňoch a slabo kompenzované kongestívne zlyhávanie srdca, arytmia alebo hypertenzia (2). Riziková sú aj obézni pacienti s Pickwickovým syndrómom (24). Dnes sú už rozpracované metódy podávania kyslíka pred letom alebo počas letu lietadlom pre pasažierov s pO_2 pod 50 mmHg = 6,67 kPa (16).

Predchádzať vzniku zdravotných problémov počas letu možno obmedzením lietania do vysoko položených miest (kde je už na zemi výrazná hypobarická hypoxia), obmedzením veľkej telesnej námahy (nie však imobilizáciou!!) v lietadle, dobrou toleranciou tréningu v hypoxických podmienkach na nízine v období pred letom, možnosťou podať kyslík a prítomnosťou školeného personálu na palube lietadla (21). Pacientov je potrebné poučiť, aby poznali možnosti prevencie a mohli si ich aj pred absolvovaním letu nacvičiť (21).

Záver

Pobyt v MNV Slovenska u zdravých ľudí vážne problémy nevyvoláva, u pacientov hlavne s kardiovaskulárnymi a respiračnými ochoreniami však môže byť rizikom. Riziko stúpa, keď je výstup do MNV rýchly, uskutočňuje sa bez aklimatizácie, u starších ľudí, pri veľkej telesnej námahe a veľkom výškovom rozdieli. Svedčia o tom napríklad aj zápisy v Kronike tatranskej horskej služby. Podobne aj letecká doprava môže byť nebezpečná pre niektoré skupiny pacientov. Vo vyššie položených oblastiach sa o problémoch v MNV všeobecne vie, v nížinných podmienkach sa však málo zohľadňujú pri zvažovaní vhodnosti pobytu pacientov vo vyšších výškach.

Vysokohorská turistika je aj značne fyzicky náročná. Prevenciu vzniku zdravotných rizík v MNV dosiahneme spomalením výstupu, vystupovaním do menších výšok, lepšou kontrolou hodnôt krvného tlaku, dobrou toleranciou tréningu v hypoxických podmienkach na nízine. Pozitívne chronické účinky MNV sú napríklad vhodné podmienky pre liečenie respiračných a alergických ochorení v nich, nižší

výskyt ischemickej choroby srdca, znižovanie výskytu ischémiou vyvolaných arytmií a zmenšenie ložiska infarktu myokardu. Starší návštevníci hôr by mali byť vopred informovaní, do akej nadmorskej výšky chcú ísť. Niektorí pacienti s chronickými kardiovaskulárnymi a respiračnými ochoreniami neznášajú dobre pobyt už vo výškach okolo 1000 metrov. Pacienti majú byť poučení o rizikách a majú mať natrénované prípadné opatrenia prvej pomoci.

Literatúra

1. ALEXANDER, JK. Age, altitude, and arrhythmia. *Tex. Heart Inst. J.*, 1995, vol. 22, no. 4, p. 308–316.
2. ALLEMANN, Y. – SANER, H. – MEIER, B. Höhengaufenthalte und Flüge bei koronarer Herzkrankheit. *Schweiz. Med. Wochenschr.*, 1998, Jg. 25, N. 128(17), S. 671–678.
3. ASEMU, G. – PAPOUŠEK, F. – OŠŤÁDAL, B. – KOLÁŘ, F. Adaptation to high altitude hypoxia protects the rat heart against ischemia-induced arrhythmias. Involvement of mitochondrial K-ATP channel. *J. Mol. Cell. Cardiol.*, 1999, vol. 31, no. 10, p. 1821–1831.
4. BARTSCH, P., et al. High altitude pulmonary oedema. *Swiss Med. Weekly*, 2003, vol. 133, no. 27/28, p. 377–384.
5. COTE, TR., et al. Chronic obstructive pulmonary disease mortality. A role for altitude. *Chest*, 1993, vol. 103, no. 4, p. 1194–1197.
6. COTTRELL, JJ. Altitude exposures during aircraft flight. Flying higher. *Chest*, 1988, vol. 93, no. 1, p. 81–84.
7. GILLIES, JA. *A textbook of aviation physiology*. Oxford, Pergamon Press, 1965.
8. JAVORKA, K. Fyziológia dýchacieho systému. In Javorka, K., et al. *Lekárska fyziológia. Učebnica pre lekárske fakulty*. Martin, Osveta, 2001, s. 215–273.
9. KOLEŠÁR, J. *Humánna bioklimatológia a klimatoterapia*. Martin, Osveta, 1989. 352 s.
10. KUJANÍK, Š. Nadmorská výška a človek I a II. *Folia Med. Cassov.*, 1998, roč. 55, s. 117–129.
11. KUJANÍK, Š. – VOKÁL, J. Aklimatizácia na miernu nadmorskú výšku a niektoré kardiorespiračné parametre. *Stud. Pneumol. Phthiseol.*, 1999, roč. 59, č. 6, s. 263–266.
12. KUJANÍK, Š., – SNINČÁK, M. – GALAJDOVÁ, K. – RACKOVÁ, K. Cardiovascular changes during sudden ascent in cable cabin to the moderate altitude. *Physiol. Res.*, 2000, vol. 49, no. 6, p. 729–731.
13. LAVNIKOV, AA. *Osnovy aviacionnoj i kosmičeskoj mediciny*. Moskva, Voenizdat, 1975.
14. LEVINE, BD. – ZUCKERMAN, JH. – deFILIPPI, CR. Effect of high-altitude exposure in the elderly: the Tenth Mountain Division study. *Circulation*, 1997, vol. 96, no. 4, p. 1224–1232.
15. MINORS, DS. Life at altitude. In Case, RM. – Waterhouse, JM. (eds). *Human Physiology – Age, Stress, and the Environment*. Oxford, Oxford University Press, 1994. 286 p.
16. MORTAZAVI, A., et al. Altitude-related hypoxia: Risk assessment and management for passengers on commercial aircraft. *Aviat. Space Environ. Med.*, 2003, vol. 74, no. 9, p. 922–927.
17. MORTIMER, EA. – MONSON, RR. – McMAHON, B. Reduction in mortality from coronary heart disease in men residing at high altitude. *N. Engl. J. Med.*, 1977, vol. 296, no. 11, p. 581–596.
18. NECKÁŘ, J., et al. Cardioprotective effect of chronic hypoxia is blunted by concomitant hypercapnia. *Physiol. Res.*, 2003, vol. 52, no. 2, p. 171–175.
19. ROEGGLA, G., et al. Effect of alcohol on acute ventilatory adaptation to mild hypoxia at moderate altitude. *Ann. Intern. Med.*, 1995, vol. 122, no. 12, p. 925–927.
20. SCHÄFER, A. – BAUERSACHS, J. High-altitude pulmonary edema: potential protection by red wine. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.*, 2002, vol. 12, no. 5, p. 306–310.
21. SNINČÁK, M. Niektoré riziká v leteckej doprave. *Slov. Lek.*, 2000, roč. 10, č. 5/6, s. 174–175.
22. SNINČÁK, M. – LEGÁTH, L. – KUJANÍK, Š. (eds.). *Kardiorespiračné vzťahy – Aerosóly*. Slovakoarma, 2002. 144 s.
23. ŠVORC, P. Komorové arytmie a poruchy pľúcnej ventilácie. Chronofyziologická štúdia. Prešov, Universum, 2003. 140 s.
24. TOFF, NJ. Hazards of air travel for the obese: Miss Pickwick and the Boeing 747. *J. R. Coll. Physicians Lond.*, 1993, vol. 27, no. 4, p. 375–376.

Korespondence: Prof. MUDr. Štefan Kujaník, CSc.
Lekárska fakulta UPJŠ
Ústav fyziológie
Trieda SNP 1
040 66 Košice
Slovenská republika
e-mail: kujanik@lf.upjs.sk

Do redakcie došlo 1. 7. 2006