



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

SPOLEČNÉ PROHLÁŠENÍ LÉKAŘSKÉ KOMISE UIAA

č. 15

Práce v hypoxii

**Práce v zařízeních se sníženým obsahem kyslíku
a práce ve velkých výškách**

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

**Th. Küpper, J.S. Milledge, D. Hillebrandt, J. Kubalová, U. Hefti,
B. Basnyat, U. Gieseler, R. Pullan, V. Schöffl**

2009

Aktualizováno V2.15 v květnu 2015

Překlad: Ivan Rotman

2016

Obsah

1	Preambule	2
2	Úvod	3
3	Formy profesní expozice hypoxii	4
3.1	Extrémně krátkodobá expozice	5
3.2	Omezená expozice	9
3.3	Lidé vystěhovalí z nížin a přistěhovalci	10
3.4	Národy obývající výšky	11
4	Pracovně bezpečnostní a zdravotní aspekty	11
4.1	Extrémně krátká expozice	11
4.2	Omezená expozice	16
4.3	Vystěhovalci a přistěhovalci	16
4.4	Národy obývající výšky	17
5	Literatura	17
	Členové Lékařské komise UIAA (v abecedním pořadí)	19
	Historie předloženého doporučení	19
	Příloha 1: Algoritmus pracovně lékařských a bezpečnostních opatření při práci v hypoxii	20
	Příloha 2: Zjednodušené algoritmy pracovního lékařství a bezpečnosti práce	21
	Příloha 2.1: Riziková třída 1 (> 17 %; 0 – 1700 m)	21
	Příloha 2.2: Riziková třída 2 (16,9 – 14,8 %; 1700 – 2800 m)	21
	Příloha 2.3: Riziková třída 3 (14,7 – 13,0 %; 2800 – 3800 m)	22
	Příloha 2.4: Riziková třída 4 (12,9 – 10,7 %; 3800 – 5300 m)	22
	Příloha 2.5: Riziková třída 5 (< 10,7 %; > 5300 m)	23
	Příloha 3: Klasifikace New York Heart Association (NYHA, aktualizovaná verze 1994)	23
	Příloha 4: Směrnice pracovní Skupiny pro mezinárodní ochranu nosičů	24
	1. Trekingová etika	24
	2. Otázky na pořadatele treku / expedice	24

1 Preambule

Předložená aktualizace V2.15 obsahuje několik změněných formulací, které v předchozích verzích vedly k nedorozumění. Obrázek 2 má nyní přehlednější shrnující formu. Avšak hlavním důvodem pro aktualizaci bylo poskytnout lidem v četných zemích, bez zkušeností s hypoxií, návod k vypracování postupů pro pracovně lékařské sledování osob pracujících v hypoxickém prostředí. Při této činnosti byly totiž často ignorovány základní fyziologické poznatky, z nichž některé jsou dobře známy již od dob Paul Berta v roce 1878 a některá vzniklá doporučení jsou motivována čistě „politicky“. Tím došlo v globalizovaném průmyslu ke znepokojení na místní, národní a mezinárodní úrovni. Lékařská komise UIAA (dále LK UIAA) z titulu světové zastřešující organizace pro jakoukoli formu expozice hypoxii se proto rozhodla vypracovat vědecky fundované způsoby postupu, které by zohledňovaly mnohorozměrnost analýzy pracovních rizik hypoxie. Respektuje se, že mnoho zaměstnanců pracuje v hypoxii za velmi rozdílných podmínek a k jejich sledování by bylo zapotřebí velmi mnoho odborníků pracovního lékařství. Není reálné, že by byl každému pracujícímu v hypoxii k dispozici specialista na hypoxii. Příloha 1 představuje standardní situace, podle kterých lze v praxi postupovat. Jen ve zvláštních případech, když nebudou splněna stanovená kritéria, je zapotřebí se obrátit na specialistu na hypoxii. V zásadě by neměl být žádný pracovník trvale vyřazen z práce v hypoxii, aniž by byl kontaktován odborník!

2 Úvod

Vedle „klasické“ hypoxie (nedostatku kyslíku), která je téměř výlučným problémem horolezců a jen v malé míře pro obchodní cestující, se není lze nově s hypoxií setkat při protipožární ochraně skladových prostor, ve sportu při výškovém tréninku i jinde. Tudíž je hypoxii vystaveno stále více pracovníků a dalších osob. Do nynějška neexistovala žádná doporučení, jak by měly probíhat pracovní lékařské konzultace a jaká by měla být preventivní opatření. Většina ustanovení nebere na zřetel specifickou expozici, ani jiné rámcové podmínky (např. zda postižený mohl v kterýkoli okamžik opustit prostředí s nedostatkem kyslíku). Pokud vůbec nějaké existují, nedefinují regulace ani charakter, ani rozsah možného ohrožení. Z tohoto důvodu je nutná specifická analýza individuální expozice, aby bylo možné provádět příslušné zdravotní a bezpečnostní konzultace. Jako celosvětová zastřešující organizace pro činnost v prostředí s malým obsahem kyslíku má LK UIAA v této problematice zcela zvláštní odpovědnost při koordinaci mezinárodního doporučení. Pro snazší použití je tento dokument rozčleněn následovně:

- Rozlišení různých forem expozice hypoxii a z nich vyplývajících důsledků.
- Postupy týkající se preventivních pracovních lékařských opatření pro osoby činné v daných hypoxických podmínkách.
- Vysvětlení k diferenciaci a danému postupu.

Mezi simulovanou (isobarickou) hypoxií a „pravou“ výškou (hypobarickou hypoxií při pobytu ve výšce) existují malé fyziologické rozdíly [1, 2], avšak z hlediska pracovního lékařství a bezpečnosti práce nehrají žádnou roli. Z tohoto důvodu zahrnuje v tomto dokumentu pojem „výška“ i „simulovanou výšku“ (dosaženou isobarickou hypoxií) nebo „ekvivalentní výšku“ (termín často používaný pro tlak vzduchu v kabině letadla).

Jelikož lze prostory s isobarickou hypoxií v kterýkoli okamžik okamžitě a v co nejkratší době opustit a pracovníky je v nich možné podstatně lépe sledovat, jedná se zde o zásadně větší úroveň bezpečnosti („kontrolovanou hypoxii“) než při opravdovém pobytu ve výšce, kde obě podmínky nelze splnit („nekontrolované podmínky prostředí“).

Upozornění: Tento dokument se zaměřuje pouze na pracovní lékařské aspekty v souvislosti s výškou! Od dalších aspektů pracovního lékařství je abstrahováno a pro jednotlivé činnosti ve výšce zohledněny nejsou.

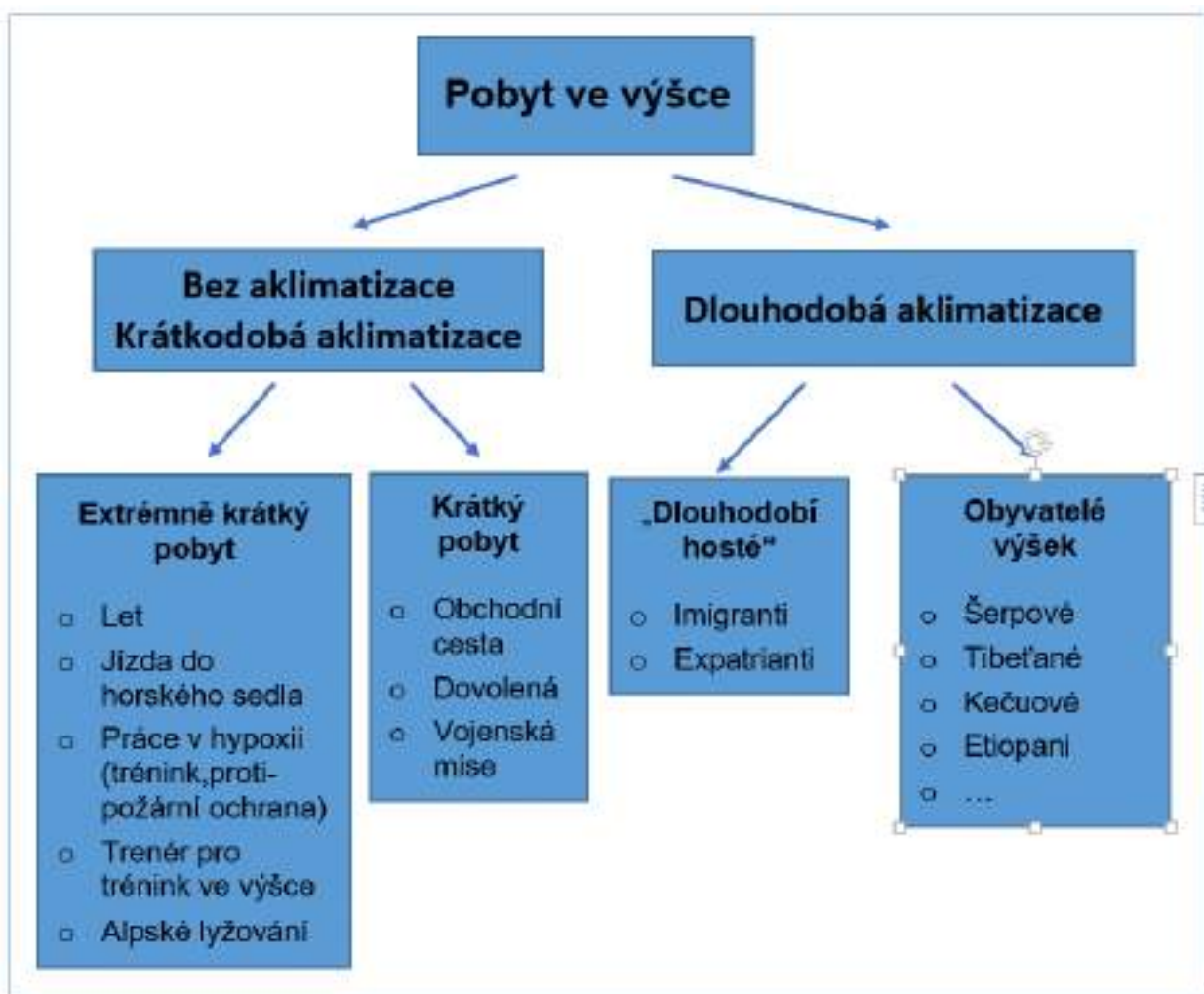
Upozornění: Ze zákona je rozdíl mezi sportovci, kteří z tréninkových důvodů dobrovolně hypoxické prostředí vyhledávají a zaměstnanci, kteří jsou vysíláni do výšky za práci. Pro ně je „zlatým standardem“, a v mnoha státech povinné vyšetření specialistou pro pracovní lékařství (přednostně se zvláštními znalostmi ve výškové medicíně resp. o hypoxii). Navzdory tomu by se i sportovcům, vyhledávajícím výšky dobrovolně, mělo dostat příslušné preventivní péče. Přínejmenším by v případě problémů nebo před expozicí extrémní situaci (největší výkony, extrémní hypoxie) měli mít možnost se poradit s kvalifikovaným lékařem.

3 Formy profesní expozice hypoxii

S ohledem na současnou debatu v mnohých státech (Rakousko, Spojené království, Finsko, Německo) je třeba zdůraznit, že obecně vzato nepředstavuje lehká hypoxie žádné nebezpečí. Ke zhodnocení rizikovosti expozice hypoxii se bere ohled na pět důležitých rozlišujících faktorů:

- Výška resp. ekvivalentní výška (% O₂)
- Trvání expozice
- Výškový profil / aklimatizace (včetně intermitentní hypoxie)
- Pracovní zátěž v hypoxii
- Obyvatelé výšek vs. obyvatelé nížin

O nebezpečích při stávajících onemocněních bude pojednáno dále (viz také [3]). Prostřednictvím pěti výše uvedených faktorů lze rozeznávat nejméně čtyři druhy expozice se zcela rozdílnými rizikovými profily (obrázek 1).



Obrázek 1: Různé formy expozice hypoxii se zvláštním ohledem na profesní expozici (viz též tabulku 1).

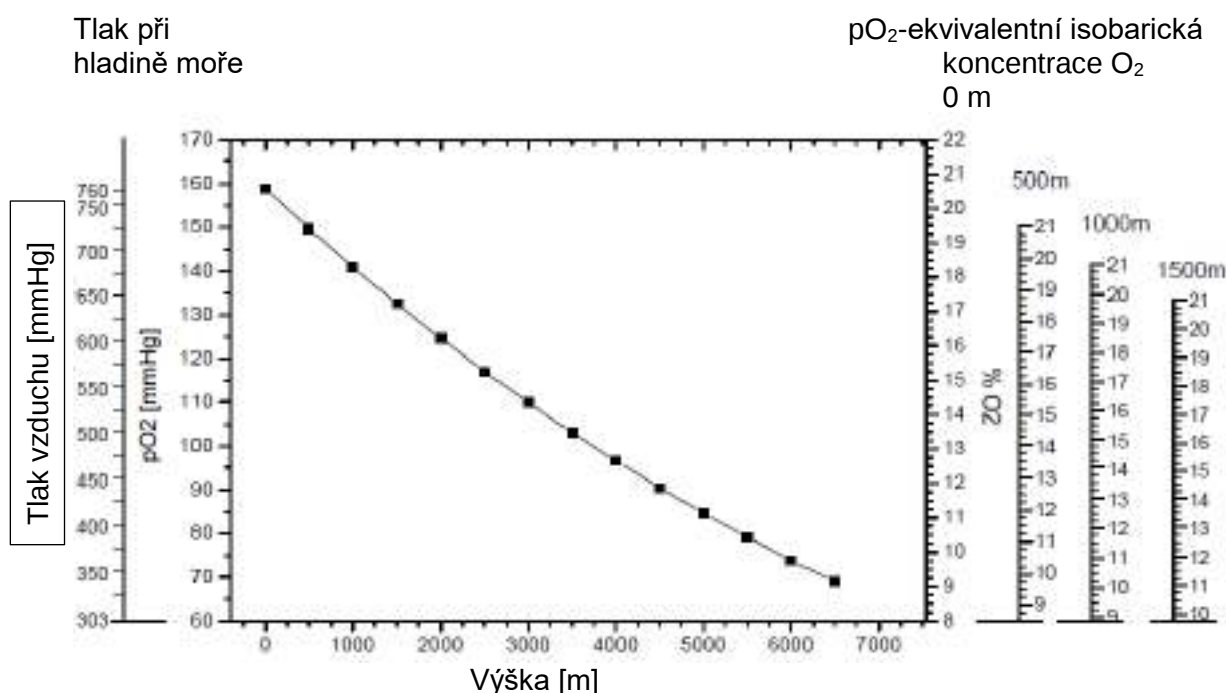
3.1 Extrémně krátkodobá expozice

Všeobecně vzato vyskytuje se **extrémně krátká expozice** ve výškách mezi **1800 m a 2500 m** po dobu **několika minut až několika hodin**. V prostorách se systémem hypoxické protipožární ochrany při isobarické hypoxii se 17,0 až 14,8% koncentrací kyslíku (s odchylkou $\pm 0,2$) jsou zaměstnanci vystaveni ekvivalentní výšce 1700 – 2600 m (podle ICAO standardní atmosféry (obrázek 2)). Tato výška se nachází v oblasti „prahové výšky“, tedy výšky ve které dochází v lidském těle k prvním reakcím na hypoxii. Prahová výška kolísá mezi 1500 m (lehké zvýšení klidového pulzu) a 2400 m (zvýšení koncentrace erythropoetinu v séru) [4, 5]. Výšky kolem prahové hodnoty tudíž nepředstavují pro zdravého člověka žádné ohrožení hypoxií. Žádným nebezpečím není ani pro osoby s chronickým onemocněním středního stupně [3]. O možném nebezpečí pro těžce nemocné je pojednáno níže.

Skupina	Typická (ekvivalentní) výška	Typická doba expozice	Typické nebezpečí
Extrémně krátká expozice (letadlo, lanovka, lyžování, silniční přeprava, protipožární ochrana)	1800-2600 m	Minuty až hodiny	Změny tlaku (zvl. osoby s infekcí horních dýchacích cest Bez rizika pro osoby bez závažné choroby srdce a plic, bez těžké anémie
	2600-3800 m		Žádné riziko pro zdravé osoby
	3800-5500 m		Žádné nebezpečí pro zdravé osoby, jestliže expozice nepřekročí 30 min (viz tabulka 2)
Omezená expozice	2000-3000 m	Dny až týdny	Akutní horská nemoc, jestliže neaklimatizované osoby přespí v této výšce Kromě AHN obecně nehrozí nebezpečí, jestliže nejde o pokročilé onemocnění srdce a plic, těžkou anémií (Hb<10 g/dl). Plicní edém je v této výšce obzvlášť řídký
Přesídlenci	3000-4500 m	Roky	Výškou podmíněná plicní hypertenze Pravostranné srdeční selhání Chronická horská nemoc – Monge Subakutní infantilní horská nemoc (SIMS)
Národy ve výšce	> 3000 m	Více generací	Chronická horská nemoc (výše) Plicní edém po návratu do výšky (reentry pulmonary edema)

Tabulka 1: Charakteristika forem expozice

Nejdelší expozicí tohoto druhu („extrémně krátké expozice“) jsou dálkové lety, které by také bylo možné zčásti označit jako „omezená expozice“ (viz níže). Jsou údaje o tom, že některé letecké společnosti provozují lety s vyšší kabinovou výškou než je organizací ICAO stanovený limit 2400 m, zejména když se jedná o moderní letadla [6]. Obecně trvá expozice jen několik hodin. Pět miliard pasažérů letecké dopravy ročně dokazují, že tyto podmínky nejsou problematické. Až do 3000 m (nebo dokonce ještě výše) nehrozí nebezpečí, že by za tuto dobu došlo k nemoci z výšky [7, 8, 9, 10]. Hlavním problémem u této skupiny mohou být změny tlaku vzduchu, obzvláště při nachlazení. Všeobecně se všichni, dokonce i těhotné [11, 12] a děti [13], cítí v těchto výškách dobře. Výjimkou jsou lidé s těžkými stávajícími (chronickými) nemocemi (viz níže a v tabulce 3).



Obrázek 2: Tlak vzduchu, pO₂ a isobarická koncentrace kyslíku ve vztahu k výšce; graf podle standardní atmosféry ICAO jako v [14], viz tabulka 2. Pro prostory se systémem hypoxické protipožární ochrany se koncentrace kyslíku ve většině případů pohybuje mezi 14,8 a 17 % [15, 16]. Tři ordináty se stupnicí vpravo se použijí v případech, kdy se zařízení vybavené systémem isobarické hypoxie nachází v podstatně vyšší nadmořské výšce (ohledně podrobností se odkazuje na následující text).

Co se týče některých zvláštních forem expozice, podmíněných přibývajícím rozšiřováním nových technologií, byla LK UIAA požádána o doporučení pro zdravé osoby, které jsou po omezenou dobu vystaveny ekvivalentním výškám nad 2700 m resp. prostředí s koncentrací kyslíku nižší než 14,8 % buď bez fyzické zátěže anebo při sportu či tréninku. Četné údaje ukazují, že taková expozice výškám 2700 – 4000 m nepředstavuje pro sportovce zvýšené riziko. Za těchto podmínek fungují subjektivní odhad zátěže a pocit vyčerpání bez omezení [17]. Expozice osob neaklimatizovaných sportovců by neměla překročit 3 hodiny. Pokud by měly být neaklimatizované osoby vystaveny výškám nad 4000 m, měl by být přítomen lékař a trvání pobytu by nemělo být delší než 2 hodiny (případně na doporučení lékaře kratší). Čistě „pasívní“ expozice bez tělesné zátěže až do ekvivalentní výšky 5000 m po maximálně 2 hodiny se považuje za bezpečnou. Z bezpečnostních důvodů by měla být kontrolována saturace krve kyslíkem (SaO₂).

V jednotlivých případech mohou být předmětem zájmu výšky nad 4000 m, například z důvodu aklimatizace na výšku (preaklimatizace). Při používání výškového profilu odpovídajícího zavedeným doporučením (např. [18]) nehrozí zdravým osobám až do 5000 m ekvivalentní výšky žádné riziko. Přitom by měla být expozice delší, než v posledním odstavci popsaná pro tréninkové účely, např. při přespání. Na rozdíl od krátké expozice při tréninku nelze s jistotou vyloučit riziko AHN, a pro vyšší bezpečí by měl být v pohotovosti na zavolání lékař kvalifikovaný ve výškové medicíně, jestliže ekvivalentní výška přesáhne 4000 m a měl by být přítomen ve výškách nad 5500 m.

Upozornění: Jestliže má být systém isobarické hypoxie, bez ohledu na jakýkoli důvod, nasazen významně nad výškou mořské hladiny, musí se vzít v úvahu dodatečné snížení pO_2 . Tento problém lze řešit pomocí tří vertikálních stupnic na pravé straně obrázku 2. Z praktických důvodů (není pravděpodobné že by zmíněná zařízení byla provozována výrazně nad 1500 m n.m.) se stupnice omezují na výšky do maximálně 1500 m. K získání představy, jaký má konkrétní systém pO_2 nebo ekvivalentní výšku, lze v zásadě postupovat dvěma způsoby:

1. Použije se stupnice % (osa Y) k získání ekvivalentní výšky. Přidáme výšku, ve které se hypoxie realizuje. S touto výškou na ose X se přečte pomocí grafu skutečná ekvivalentní výška resp. reálný pO_2 , které by odpovídaly těmto podmínkám, kdyby se komora nalézala na úrovni mořské hladiny.
2. Použijí se osy Y se stupnicemi popsanými „500 m“, „1000 m“ nebo „1500 m“ (podle aktuální výšky nebo v její blízkosti, ve které se zařízení nalézá) a odečte se jako obvykle ekvivalentní výška na grafu. Tento postup je méně přesný, avšak pro rutinní provoz poskytuje dostatečně přesnou představu o fyziologických podmínkách v hypoxickém prostředí.

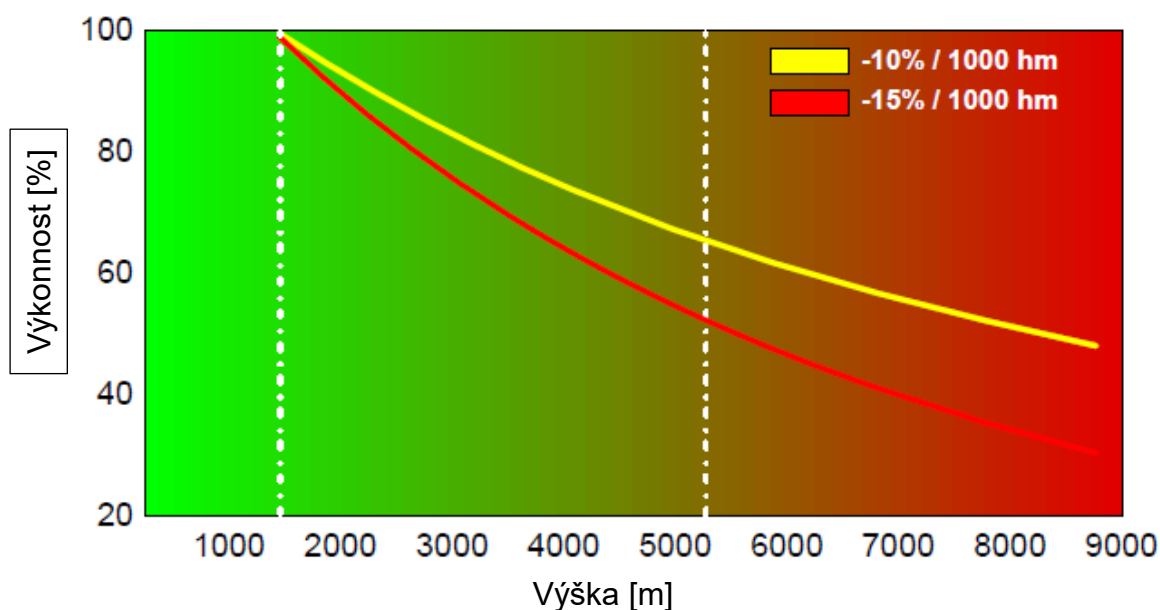
Trénující sportovci, jakož i osoby provádějící výškovou aklimatizaci, musí být poučeni, aby v případě nevolnosti okamžitě ukončili pobyt v hypoxii. Opětovná expozice je možná až po úplném vymizení příznaků. Objeví-li se příznaky znovu, je třeba hypoxické prostředí opustit a před další expozicí kontaktovat lékaře kvalifikovaného ve výškové medicíně.

V rámci této skupiny s „extrémně krátkou expozicí“ existuje malá zvláštní podskupina: osoby, které jiné trénují, horolezci aklimatizující se na expedice v extrémních výškách anebo pracovníci provádějící preaklimatizaci pro práce ve velkých výškách. Preaklimatizace se provádí stále častěji v zařízeních s isobarickou hypoxií. Účastníci se vystavují výšce 5300 m a vyšší. Ve většině případů se expozice omezuje na několik málo minut až půl hodiny. Zvláštní přednost isobarické hypoxie spočívá v tom, že se tyto osoby mohou snadno a kdykoli vrátit do normální atmosféry, jestliže se necítí dobře.

U lidí trpících některými onemocněními může v daném případě dojít k závažným problémům, zatímco zdraví tuto expozici zpravidla dobře snášejí: doba expozice je tak krátká, že se AHN nestačí vyvinout a také příliš krátká, aby způsobila relevantní neurologické potíže. V letecké medicíně se toto časové období označuje jako **doba užitečného vědomí** (DUV, Time of Useful Consciousness, tabulka 2).

Výška	%O ₂ , isobarické podmínky	Atmosférický tlak		pO ₂		Doba užitečného vědomí
[m]		[mmHg]	[hPa]	[mmHg]	[hPa]	
0	20,9	760,0	1013,2	158,8	211,7	Bez omezení
500	19,7	716,0	954,6	149,6	199,5	
1000	18,5	673,8	898,3	140,8	187,7	
1500	17,4	634,0	845,3	132,5	176,7	
2000	16,4	596,0	794,6	124,6	166,1	
2500	15,4	560,0	746,6	117,0	156,0	
3000	14,5	525,8	701,0	109,9	146,5	
3500	13,6	493,0	657,3	103,0	137,3	
4000	12,7	462,0	616,0	96,6	128,8	
4500	11,9	432,6	576,8	90,4	120,5	
5000	11,1	404,8	539,7	84,6	112,8	
5500	10,4	378,6	504,8	79,1	105,5	> 30 minut
6000	9,7	353,6	471,4	73,9	98,5	
6500	9,1	330,0	440,0	69,0	92,0	
7000	8,5	307,8	410,4	64,3	87,7	3 – 5 minut
10500	5,0	183,0	244,0	38,2	50,9	Asi 1 minuta
12900	3,4	123,5	164,7	25,8	34,4	15 – 30 sekund

Tabulka 2: Atmosférické podmínky (výška, tlak, PO₂ a odpovídající % O₂ v isobarické hypoxii) podle standardní atmosféry ICAO [14] a doba užitečného vědomí pro neaklimatizované osoby [19, 16]. Doba užitečného vědomí není omezena až do výšky 5000 m nebo 11,1% koncentrace kyslíku; to znamená, že exponovaná osoba je sama kdykoli schopna oblast hypoxie opustit. Odpovídají obsah kyslíku – viz upozornění k obrázku 2.

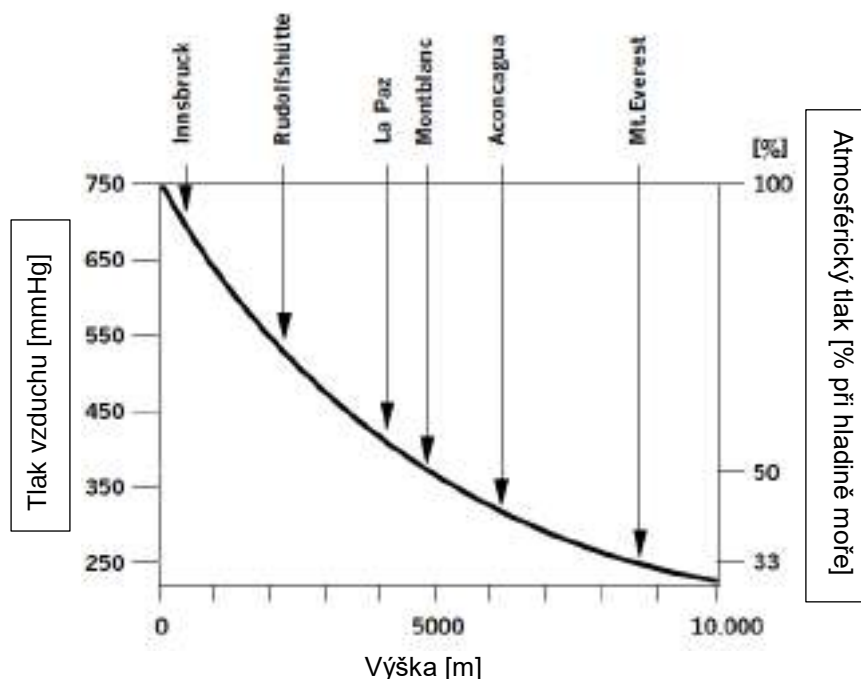


Obrázek 3: Pokles maximální výkonnosti se stoupající výškou: od výšky 1500 m -10 % na 1000 m při nízké trénovanosti, až -15 % na 1000 m u vysoce trénovaných [20, 21, 22, 23, 24]. 1500 m: „prahová výška“; 5300 m: hranice úplné aklimatizace / dlouhodobého pobytu.

Se stoupající výškou klesá maximální schopnost zátěže (resp. $\dot{V}O_2\text{max}$), o 10 – 15 % na každých 1000 m (počínaje výškou od 1500 m n.m.), přičemž dobře trénované osoby ztrácejí proporcionálně nejvíce (obrázek 3). Většina ve výšce vykonávaných prací se děje se sníženou zátěží (asi 0,5 až 1,0 W/kg tělesné hmotnosti), takže v praxi nepředstavuje pokles omezení. Při velmi namáhavé práci nad 3000 m se omezením stává stále více difúze kyslíku a osoby, které ve výšce vykonávají intenzivní práce, nemohou saturaci kyslíkem stabilizovat na úrovni, která by se očekávala pro danou výšku v klidu. Z tohoto důvodu jejich SaO_2 klesá. Takové práce by měli vykonávat výlučně zdraví lidé a i u nich je nutné při plánování činnosti a potřebných zdrojů zohlednit omezenou (sníženou) odolnost vůči zátěži (obrázek 3).

3.2 Omezená expozice

Typická expozice u **skupiny s omezenou expozicí** obnáší **2000 až 3000 m** s dobou trváním po několika **dni nebo týdnů**. Mnohde jsou lidé vystaveni dokonce výškám ještě vyšším, mezi 4000 a 5000 m, např. v Coloradu nebo v Jižní Americe. Příklady míst pro obchodní cesty nebo běžné cestující (nikoli horolezce!) jsou uvedeny na obrázku 4. V protikladu ke „skupině s extrémně krátkou expozicí“ může kombinace výšky a trvání expozice vyvolat u neaklimatizovaných osob nemoc z výšky (AHN). Ve výšce 2000 – 3000 m lze očekávat vzestup pulzu o 12 až 14 % (např. [15, 20, 25]). Kromě toho se příslušně zvyšuje ventilace [20, 26]. Saturace tepenné krve kyslíkem klesá jen o 6 až 8 % se srovnání s výškou mořské hladiny a stabilizuje se na 90 až 94 % [20, 27, 28]. Ve 3000 m lze očekávat lehký pokles aerobní výkonnosti (bez významného snížení pracovního výkonu, obrázek 3), ovšem na psychomotorické funkce ovlivněny nejsou [29, 30]. Některé údaje naznačují lehké narušení koordinace komplexních pohybů, zejména jsou-li prováděny rychle.



Obrázek 4: Příklady cílů obchodních a běžných cestujících. Upozornění: Některá tato místa leží výše než nejvyšší vrcholy evropských Alp.

Hlavním rizikem u skupiny s omezenou expozicí je vznik nemocí z výšky, ve většině případů AHN. Otok plic se v těchto výškách vyskytuje velmi zřídka (1:4000 nocí pro neaklimatizované osoby ve 3000 m [31]) a všeobecně k němu dochází až teprve nad 4000 m. Významně vyšší riziko mají osoby s rychlým výstupovým profilem, např. u obchodních cestujících přilétajících letadlem. Leží-li místo destinace ve výšce 4500 m, zvyšuje nebezpečí výškového otoku plic (VOP) se závažnými příznaky na 1:600 [31]. Znamky VOP v RTG obrazu lze pozorovat až ve 31,7 % [32] a 30 až 57 % v této výšce onemocní AHN [5, 30, 31, 33]. Naproti tomu poukazují tyto údaje na skutečnost, že několik hodin, dokonce první noc, jsou relativně bezpečné, přinejmenším pro zdravé osoby. U některých lidí se stávajícím onemocněním určité riziko trvá [3]. Přesto se strategie pracovní lékařské zdravotní prevence u „skupiny s omezenou expozicí“ musí soustředit na AHN.

Upozornění: Na rozdíl od předpokladů západního světa už nejsou mnozí nosiči v Himalájích žádní praví Šerpové, nýbrž přistěhovalci nebo vystěhovalí obyvatelé nížin! Mohou trpět výškou podmíněnými příznaky stejně jako jiní návštěvníci [34].

Upozornění: Pro lidi s anamnézou mozkové mrtvice, po ozáření v oblasti šíje nebo hlavy, s velkým otevřeným foramen ovale, nebo jen s jednou plicní arterií, může velká výška znamenat vyšší riziko, i v případech kdy netrpí žádnými příznaky ve výškách nižších (různé popisy případů, avšak žádná systematická data). Neexistují údaje, které by mohly potvrdit obecnou nezpůsobilost těchto osob k expozici výšce resp. hypoxii. Tito lidé by měli být v průběhu prvních „testovacích“ expozic dobře sledováni a testy by měly probíhat na místech, kde lze hypoxické prostředí snadno a rychle opustit. Technicky a lékařsky kontrolované prostory zde nabízejí zvláště vysokou úroveň bezpečnosti.

3.3 Lidé vystěhovalí z nížin a přistěhovalci

Jako **vystěhovalci** jsou v tomto dokumentu definovány osoby, kteří jako obyvatelé nížiny přeložili místo svého bydliště do výšky **nad 3000 m**. Mnozí z nich žijí ve výšce nad 4500 m. Doba pobytu může činit několik měsíců, táhne se však často po **léta**. Normálně neonemocní akutní výškovou nemocí (po několika prvních dnech ve výšce) a plně se aklimatizují.

V mnoha případech jsou pracovníci provázeni svými rodinami. Takže problém může představovat těhotenství [11] a ještě častěji jsou výšce vystaveny děti různého věku. Po určité době mohou onemocnět specifickými chorobami srdce a plic: výškou podmíněná plicní hypertenze (high altitude pulmonary hypertension, HAPH, [35]) a výšková pravostranná srdeční insuficience. V podrobnostech viz [13].

Po několika měsících pobytu ve výšce se u dospělých může vyvinout výšková plicní hypertenze (high altitude pulmonary hypertension, HAPH). Tito pacienti mají známky selhávání pravé srdeční komory (periferní otoky, dušnost, kašel a angina pectoris). Po více letech se může objevit chronická horská nemoc (chronic mountain sickness, CMS, „Monge’s Disease“): bolest hlavy, ztráta koncentrace, závratě, nízká výkonnost, cyanóza, paličkovité prsty, polycytémie a vysoká koncentrace hemoglobinu [36-42].

3.4 Národy obývající výšky

Výškové národy jsou populace žijící již ve výškách nad **3000 m** po více **generací** (některé z nich přes 30 000 let). Tito lidé vykazují známky dlouhodobého a genetického přizpůsobení. Většina jejich zdravotních problémů není podmíněna výškou, nýbrž socioekonomicky (např. chronická bronchitida, Kangri karcinom atd.). Kangri karcinom je jizevnatý spinocelulární karcinom kůže břicha vznikající opakovanými popáleninami z nošení nádob s horkým uhlím pod oděvem a zahříváním se jako kamny. Zatímco u Tibetanů jsou výškou podmíněné zdravotní problémy neobvyklé a v Etiopii není ještě pracovní lékařství rozšířeno, jihoameričtí obyvatelé vysokých hor – z nichž mnozí pracují ve vysoko položených dolech ve výškách až nad 5000 m – jsou vyšetřováni a zasluhují zde zvláštní pozornost. Někteří onemocní chronickou horskou nemocí (viz výše). Dalším zvláštním problémem je u nich plicní edém po návratu do výšky po návštěvě nížin (Re-entry Pulmonary Edema). Obyvatelé výšek, vystěhovalci, přistěhovalci, přátelé nebo příbuzní, vykonají návštěvu v nížině a jsou zvláště ohroženi, když se po 1 – 2 týdenním pobytu v malé nadmořské výšce vracejí do své domovské výšky. Příznaky jsou stejné jako u VOP.

Upozornění: Na rozdíl od předpokladů západního světa už nejsou mnozí nosiči v Himalájích žádní praví Šerpové, nýbrž přistěhovalci nebo vystěhovalí obyvatelé nížin! Mohou trpět výškou podmíněnými příznaky stejně jako jiní návštěvníci [34]. Doporučuje se proto spolupráce s pořadateli výprav, kteří splňují kritéria Směrnice pracovní Skupiny pro mezinárodní ochranu nosičů (IPPG, viz příloha 4).

4 Pracovně bezpečnostní a zdravotní aspekty

Za pomoci výše uvedené systematizace jsou formulována doporučení pro specifické konzultace, vyšetření a postupy pracovního lékařství k usnadnění výběru personálu a zajištění zdravotní péče a bezpečnostních podmínek před vysláním do výšek. Přehled podává vývojový diagram v Příloze 1. Pro standardizované situace mají být použity algoritmy z Přílohy 2. Tělesnou zátěž lze posoudit podle tabulky 3 nebo dle [43].

Na rozdíl od jiných pracovních expozic, které při malé nebo řídké expozici obecně představují malé riziko, je pro pracující ve výškách výhodou, jestliže jsou hypoxii vystaveni pokud možno často, neboť lze pak očekávat částečné přizpůsobení (i když je málo vědeckých údajů o tzv. intermitentní hypoxii).

Všechny lidi, kteří musí pracovat ve výškách v hypoxických podmínkách, je třeba poučit, že musí pít dostatečné množství tekutin, aby si udrželi hydrataci.

Upozornění: V protikladu k obvyklému předpokladu to není srdce, které je u člověka ve velké výšce nejvíce ohroženo. Srdeční sval je spíše schopen snést pozoruhodně vysoký stupeň hypoxie. V případě přítomného onemocnění jsou primárním omezujícím faktorem plíce.

4.1 Extrémně krátká expozice

Jak již uvedeno výše, lze situaci v této skupině nejlépe popsat pomocí podmínek v kabině letadla (to ovšem vyloučí osoby se silnou pracovní zátěží a trenéry atletů, kteří se aklimatizují na extrémní výšky, viz níže). V této podrobně prozkoumané situaci mají být splněny leteckou medicínou doporučené minimální požadavky (hodnoty pro dospělé při hladině moře) [44]:

- Vitální kapacita 3 litry
- FEV₁ 70 %
- SaO₂ 85 %
- pO₂art 70 mmHg

Hladina hemoglobinu má být > 10 g/dl a počet erytrocytů > 3 milióny/μl [44]. U obou hodnot jde o relativní kontraindikaci v případě chronicky anemického, plně kompenzovaného pacienta, který může být kompletně přizpůsoben.

Při expozici až do 2700 m (tj. 15,0 – 14,8 %) by pracovní lékařství mělo respektovat následující body:

- Anamnéza pracovníka
 - o Znamky onemocnění srdce a plic nebo jiných důležitých omezení pro pracovní zatížení? (Sport?)
 - o Některá relevantní onemocnění nebo operace v posledním roce?
 - o Problémy při pobytech ve výšce v minulosti?
 - o Očekává se vysoká nebo extrémní pracovní zátěž ve výšce?

Jestliže pracovník pravidelně a bez problémů provozuje aerobní vytrvalostní sport, nejsou pochybnosti – i bez dalšího lékařského vyšetření – že dané osobě nehrozí nebezpečí ve skupině s extrémní krátkou expozicí při práci do 2700 m resp. při 15,0 – 14,8% koncentraci kyslíku

- Laboratorní resp. technická vyšetření jsou nezbytná jen v případech, kdy kontrola anamnézy neposkytne přesný obraz o zdravotním stavu:
 - o Relevantní anémie: krevní obraz
 - Upozornění: vyloučit srpkovitou anémii, pokud osoba patří do skupiny, kde je endemická
 - o Plicní hypertenze: echokardiografie
 - o Obecně plicní onemocnění: spirometrie nebo ergometrie
 - o Onemocnění srdce: ergometrie, zátěžová echokardiografie

Jestliže budou pracovníci vystaveni ekvivalentní výšce 2700 až 3800 m jako v kapitole 2.1, musí lékařské vyšetření dodatečně zahrnovat krevní obraz, ergometrii a spirometrii. Jelikož je VO₂max omezujícím faktorem výkonu ve výšce, lze vyšetření kombinovat formou spiroergometrie.

Zaměstnanci nad 3800 m se v zásadě vyšetřují stejně jako pracovníci pro výšky 2700 až 3800 m. Jelikož je v provozu stále více hypoxických zařízení (např. hypoxické prostory nebo tréninková centra pro hypoxický trénink), mají být před první pracovní expozicí vystaveni příslušné (ekvivalentní) výšce za kontrolovaných podmínek, dříve než poprvé vkročí do hypoxického prostředí. Expozice musí zohlednit druh, očekávanou dobu nasazení a zejména (ekvivalentní) výšku (pO₂) hypoxie při práci. Pro práci v kontrolovaných podmínkách (hypoxické prostory) po omezenou dobu by měla by

postačit akutní expozice po dobu 1 až 2 hodin v (ekvivalentní) výšce, ve které bude později činnost prováděna. Během expozice sleduje lékař s kvalifikací pro výškovou medicínu SaO_2 , tepovou frekvenci a výškou vyvolané příznaky.

Lidé s onemocněním srdce nebo plic ve stadiu vyšším než NYHA/CCS I, relevantní anémií nebo těhotné by neměli být vybíráni pro fyzicky zatěžující práce ve výšce nebo v hypoxii odpovídající ekvivalentní výšce 3800 m. Prostou kontrolní činnost nebo podobné nezatěžující úkoly lze provádět při lehké anémii nebo srdečním či plicním onemocněním do stadia NYHA/CCS II [3, 11, 45].

Při normální pracovní době není třeba plánovat žádné další pracovní přestávky, jestliže reálná nebo ekvivalentní výška nepřekročí 2700 m (resp. není-li obsah kyslíku v isobarickém prostředí nižší než 14,8 %), neboť nehrozí žádné onemocnění z výšky. Jestliže je to možné, a při celodenní práci v hypoxických prostorách, je vhodné opustit hypoxické prostředí alespoň v polední přestávce. Neaklimatizované osoby by při práci v zařízeních s ekvivalentní výškou 2700 až 3800 m měli každé 2 hodiny expozice střídát s nejméně 15 minutami pobytu mimo hypoxické prostředí. Při výškách nad 3800 m má být přestávka prodloužena na 30 minut. Neaklimatizovaní pracovníci by se měli vyhýbat expozicím nad 4500 m, anebo v nich pobývat jen velmi krátce (méně než 30 minut).

Zaměstnanci mají opustit hypoxickou oblast, jakmile se necítí dobře. Okamžitý návrat do normoxického prostředí je v této situaci nejlepším způsobem léčení. Výškové potíže nenastupují nikdy náhle, tudíž má každý zaměstnanec dost času, aby v případě potřeby hypoxické prostředí opustil (viz také tabulka 2). Proto není zapotřebí udržovat pro „skupinu s extrémně krátkou expozicí“ v pohotovosti „záchranný tým“.

Jestliže příznaky úplně vymizí do 15 až 30 minut, může se osoba v případě nutnosti, znovu vystavit výšce resp. hypoxii. Pokud se však do 30 minut nezotavila, musí před opakovanou expozicí vyhledat lékaře specializovaného na výškovou medicínu.

Při rychlém výjezdu do výšky (vystavení hypoxii) a infekci horních dýchacích cest se pracovníkům doporučuje použití protiedémového prostředku do nosu (Xylometazolin sprej, Xylopos spray apod.). Zvláštní ohled si zaslouží spolucestující děti [13].

Maximální zátěžovou kapacitu není nutné vyšetřovat u všech zaměstnanců. Nejde-li o velmi náročnou práci ve výšce do 2700 m (např. kancelářská práce, obchodníci, hlídání atd.), stačí vědět, že je dotyčná osoba schopna chůze do schodů nebo po rovině 80 až 100 m, aniž by byla dušná. Další podrobnosti podle klasifikace NYHA/CCS [46-48]; stadia jsou uvedeny v Příloze 2:

- NYHA / CCS I (bez příznaků): žádné omezení pro expozici výšce
- NYHA / CCS II (příznaky při střední zátěži): bez omezení expozice výšce pro činnost s nízkým pracovním zatížením
- NYHA / CCS IV (příznaky při minimální zátěži nebo v klidu): kontraindikace expozice výšce. Diagnózy a okolnosti trvalých a dočasných kontraindikací jsou uvedeny v tabulce 2. Viz také doporučení u [3, 49].

Diagnóza	Doba kontraindikace výšky / hypoxie
Mozková příhoda	Neméně 3 měsíce [48], podrobnosti [53]
Srdeční infarkt	6 týdnů, nejsou-li komplikace
	10 týdnů a více v případě komplikací a významných arytmií
Aortokoronární bypass	2 – 3 týdny
PTCA	3 dni
Stent	3 – 10 dní
Implantace pacemakeru	Po kontrole správné funkce je vše O.K.
Akutní infekce průdušek a plic	Bez expozice do zotavení
Astma (stress induced)	Bez expozice, není-li dostatečně léčeno

Tabulka 3: Trvalé nebo přechodné kontraindikace pro pobyt ve výšce u „skupiny s extrémně krátkou expozicí“ definované výše (podle doporučení pro cestující v letecké dopravě) [48].

Ve výškách dosahovaných běžně při extrémně krátké expozici (1500 – 3000 m) je schopnost maximální zátěže omezena jen marginálně (obrázek 3). Tudíž lze pro osoby s maximální zátěží směrnice použít bez úpravy (např. preventivní vyšetření, dýchací přístroj), jestliže má být práce se zátěží prováděna ve výšce 2000 – 3000 m. Od výšky 1500 m je třeba počítat se ztrátou výkonnosti o 10 % na 1000 m výšky a zohlednit ji v požadavcích následovně:

Když minimální požadavky pro určitou práci ve výšce mořské hladiny činí 2 W/kg tělesné hmotnosti a toto zatížení má být vykonáváno ve výšce 4000 m, vypočítají se minimální požadavky takto: $(4000-1500)/1000=2,5$; $2,5 \cdot 10 \% = 25 \%$; $2 \text{ W/kg} + 25 \% = 2,5 \text{ W/kg}$. Při hladině moře musí být tento zaměstnanec schopen výkonu 2,5 W/kg tělesné hmotnosti, aby mohl tuto práci vykonávat ve výšce 4000 m.

Údaje o tělesné zátěži a výdeji energie při různých činnostech poskytuje literatura, například [43]. Souhrnnou informaci na toto téma podávají tabulky 4 a 5. Nezávisle na těchto faktorech je třeba zaměstnance upozornit, aby v hypoxii svou tělesnou zátěž pokud možno snížili a zejména aby nedýchali proti přetlaku.

Pro expozici extrémním výškám musí být osoby např. pečující o členy expedice obdařeny srdeční a plicní kapacitou (zejména plicní!) zřetelně převyšující normální hodnoty v populaci. To může v zásadě zahrnout i astmatiky, jestliže je jejich choroba залечена. Nad výškou 4500 m mají být zaměstnanci sledováni a jedna osoba „zachránce“ se má zdržovat mimo hypoxické prostředí. Pro lepší pozorování by měly být hypoxické prostory vybaveny velkým oknem přiléhajícím k sousednímu prostoru. Nad 4500 m má být zabezpečení ještě na vyšší úrovni: ve stálé pohotovosti má být láhev s kyslíkem a padnoucí maskou, lékař se vzděláním ve výškové medicíně na zavolání, jenž má být nad 5000 m přítomen osobně.

Na rozdíl od jiných forem expozice má být skupina s krátkou expozicí vyškolená v akutním léčení příznaků akutní hypoxie. A ještě jednou: jestliže osoba pracuje pravidelně v hypoxickém prostředí (např. 2-3 krát denně po 15 – 60 minut nebo déle),

bude mít z expozice spíše prospěch z částečné aklimatizace, než by byla expozicí zvýšeně ohrožena (přestože jsou znalosti o aklimatizaci při intermitentní hypoxii dosud neúplné).

Riziko – kategorie	Kyslík ve vdechovaném vzduchu			Specifické riziko	Preventivní opatření
	% O ₂ [%]	Ekvival. výška [m]	pO ₂ [mmHg]		
Třída 1	≥ 17	0-1600	159-130	Žádné riziko	Poučení zaměstnanců
Třída 2	16,9-14,8	1600-2700	130-110	Není riziko pro pracovní směnu, jestliže jsou vyloučeny těžké nemoci srdce a oběhu, těžká anemie.	Vyloučit těžké nemoci. Požadavek vyjít bez dušnosti nejméně dvě patra, viz tabulka 5. Poučení zaměstnanců
Třída 3	14,7-13,0	2700-3800	110-99	Není riziko jestliže jsou vyloučeny nemoci uvedené ve Třídě 2. Fyzická zátěž je omezena (tabulka 3). Expoziční doba do 4 h denně nebo 2x2 h	Vyloučit těžké nemoci lékařem pro pracovní medicínu, anamnéza nestačí! Posoudit pracovní výkonnost (viz další komentář a tab. 5). Poučení zaměstnanců
Třída 4	13,0-10,4	3800-5500	99-79	U neaklimatizovaných je riziko AHN nebo jiné příznaky (např. ovlivnění koordinace komplexních pohybů)	Nezbytná zvláštní opatření, viz také komentáře dále
Třída 5	< 10,4	> 5500	< 79	Riziko akutní hypoxie, závratě, mentální změny a další (koordinace pohybů) se u neaklimatizovaných mohou objevit do 30 minut	Nezbytná zvláštní opatření, viz také komentáře dále

Tabulka 4: Klasifikace rizika expozice hypoxii a bezpečnostní opatření.

Pracovní podmínky	Minimální schopnost zátěže
Třída 1: Všechny formy práce	Jako při hladině moře
Třída 2: Kontroly, hlídání	75 W
Třída 2: Mírná zátěž	125 W
Třída 2: Těžká práce (např. těžká břemena)	>200 W
Třída 3: Kontroly, hlídání	100 W
Třída 3: Mírná zátěž	150 W
Třída 3: Těžká práce (např. těžká břemena)	>200 W
Třída 4: Kontroly, hlídání	125 W
Třída 4: Mírná zátěž	>200 W
Třída 4: Těžká práce (např. těžká břemena)	Jen perfektně trénované a dobře aklimatizované osoby

Tabulka 5: Minimální zdatnost pro různé formy zatížení v hypoxii (zátěž ve wattech při ergometrii nejméně 3 minuty; údaje dle [51]; údaje zahrnují bezpečnostní rezervu).

4.2 Omezená expozice

Jelikož tato skupina zpravidla vyhledává stejné výšky jako skupina předchozí, lze pro ni stanovit stejné minimální požadavky na kardio-pulmonální systém a stejná vylučující kritéria (tabulka 2). Zvláštní pozornost je třeba věnovat pacientům se syndromem obstrukční spánkové apnoe, neboť tato je často kombinována s plicní hypertenzí. Jak bylo zmíněno v kapitole 2, existuje pro skupinu s omezenou expozicí další potenciální riziko, totiž AHN. Dosud neexistuje žádný uspokojivě spolehlivý vyšetřovací parametr, který by vznik AHN předpověděl. Veškerá preventivní opatření mají zahrnovat podrobné informace, jak AHN rozpoznat a léčit [18]. Je-li to možné, měli by zodpovědní pracovníci podniku před cestou s pracovníky probrat smysluplný výškový profil. Může to znamenat zařazení aklimatizačního dne při příjezdu a přenocování ve střední výšce na cestě k místu nasazení. Nelze-li vyloučit okamžité dosažení místa určení nad 2500 m, lze zvážit lékovou profylaxi příznaků AHN (acetazolamid 2 x 125 mg/d [18]).

Na tomto místě by mělo být uvedeno, že existují zařízení, ve kterých se pracuje v prostředí se zvýšenou koncentrací kyslíku, např. v některých dolech a astronomických observatořích v Andách. Každé zvýšené procento kyslíku přitom odpovídá „snížení“ výšky o 300 m, aniž by došlo ke zvýšení rizika požáru. Pomocí této technologie zajišťují některá zařízení ve výšce nad 5000 m komfortní vnitřní klima odpovídající 3000 m.

Jestliže je osoba vystavena hypoxii za podmínek, kdy nelze z výšky v krátké době uniknout (např. obchodní cesty v oblasti And v Jižní Americe), měl by být v každém případě naplánován výškový profil výstupu, odpovídající mezinárodním doporučením (např. [18]). Leží-li cíl ve výšce nad 3800 m, měla by dotyčná osoba strávit nejméně jednu noc v kontrolovaném prostředí (prostor s isobarickou hypoxií v některém lékařsky zabezpečeném hypoxickém centru) v ekvivalentní výšce, než se poprvé vydá na pracovní místo ve vysoké nadmořské výšce. Může být zapotřebí většího počtu nocí, aby se dostálo požadavkům „zlatého standardu“ aklimatizace [18].

Každému pracovníkovi by mělo být uloženo, že se má v případě, že se ve výšce (v hypoxii) necítí dobře a nemůže se ihned z výšky vrátit, obrátit na lékaře specializovaného na výškovou medicínu. Analgetika, nifedipin, dexamethason a acetazolamid, včetně poučení a návodů k použití léků, kontaktní informace na lékaře pro případ nouze, by neměly chybět při žádném podniku nad 3800 m. Ve výšce pod 3800 m postačí standardní lék proti bolesti (nikoli aspirin!).

4.3 Vystěhovalci a přistěhovalci

Tyto osoby by měly být o AHN informovány, jak je popsáno v kapitole 2.2. Před odjezdem by se měly podrobit podrobnému lékařskému vyšetření včetně EKG a echokardiografie s cílem:

1. vyloučit plicní hypertenzi a
2. získat příslušné výchozí hodnoty pro pozdější kontroly.

Hlavním rizikem pro tuto skupinu je hypoxická výšková plicní hypertenze (HAPH). Způsobuje hypertrofii a dilataci pravé srdeční komory, plicní hypertenzi a mnohdy exsudát v perikardu. Na četných místech navštěvovaných vystěhovalci neexistuje možnost odpovídajícího vyšetření, zejména nikoli echokardiografie. Tudíž by měla být tato kontrolní vyšetření provedena při návštěvě domova, nejméně jednou ročně. Je třeba dbát

na to, že případně spolucestující děti musejí být obzvlášť sledovány [13]. Zjistí-li se jakékoli nápadné odchylky, například zvýšený tlak v plicnici, hypertrofie pravé srdeční komory nebo její dilatace, mělo by být postižené osobě doporučeno co nejdříve opustit bydliště ve výšce a přestěhovat se do údolí.

4.4 Národy obývajících výšky

Jak bylo uvedeno výše vyskytují se u této skupiny výškové potíže spíše zřídka. Ovšem pracovníci přicházející z výšky navštěvující na déle než týden nížinné oblasti, např. při dovolené nebo z jiných důvodů, by se měli vyhnout vzniku zvláštní formy VOP – re-entry pulmonary edema, jak je popsáno v kapitole 2.2. Kromě toho by tyto osoby měly být poučeny o první pomoci, pro případ že přesto k otoku plic dojde.

Príslušníci národů obývajících výšky v Jižní Americe by měli být medicínsky sledováni se zaměřením na chronickou horskou nemoc (CMS). Minimálně to představuje, kromě každoročního všeobecného klinického vyšetření, stanovení hematokritu, hemoglobinu a počtu erytrocytů. Pokud se objeví příznaky CMS, mělo by se vyšetření doplnit echokardiografií, jestliže je to proveditelné,

5 Literatura

1. Barcroft, J., *Respiratory function of the blood. Part I.* 1925, New York: Cambridge University Press.
2. Savourey, G., et al., *Normo- and hypobaric hypoxia: are there any physiological differences?* Eur J Appl Physiol, 2003. **89**(2): p. 122-6.
3. Milledge, J. and T. Küpper. *Consensus Statement of the UIAA Medical Commission Vol.13: People with Pre-Existing Conditions Going to the Mountains.* 2008 [cited 2008; Available from: www.theuiaa.org/medical_advice.html].
4. Gunga, H.C., et al., *Time course of erythropoietin, triiodothyronine, thyroxine, and thyroid stimulating hormone at 2,315 m.* J Appl Physiol, 1994. **76**(3): p. 1068-72.
5. Sakata, S., et al., *Correlation between erythropoietin and lactate in humans during altitude exposure.* Jpn J Physiol, 2000. **50**(2): p. 285-8.
6. Cottrell, J.J., *Altitude exposures during aircraft flight. Flying higher.* Chest, 1988. **93**(1): p. 81-4.
7. Basnyat, B., *Acute mountain sickness in local pilgrims to a high altitude lake (4154 m) in Nepal.* J Wild Med, 1993. **4**: p. 286-292.
8. Basnyat, B. and D.R. Murdock, *High-altitude illnesses.* Lancet, 2003. **361**: p. 1967-1974.
9. Rabold, M.B., *Dexamethasone for prophylaxis and treatment of acute mountain sickness.* J Wilderness Med, 1992. **3**(1): p. 54-60.
10. Hackett, P.H. and R.C. Roach, *High-altitude illness.* N Engl J Med, 2001. **345**(2): p. 107-114.
11. Jean, D., C. Leal, and H. Meijer. *Consensus Statement of the UIAA Medical Commission Vol.12: Women Going to Altitude.* 2008 [cited 2008 11.1.09]; Available from: www.theuiaa.org/medical_advice.html.
12. Jean, D., et al., *Medical recommendations for women going to altitude.* High Alt Med Biol, 2005. **6**(1): p. 22-31.
13. Meijer, H.J. and D. Jean. *Consensus Statement of the UIAA Medical Commission Vol.9: Children at Altitude.* 2008 [cited 2008 11.1.09]; Available from: www.theuiaa.org/medical_advice.html.
14. Ruff, S. and H. Strughold, *Grundriss der Luftfahrtmedizin.* 2. Aufl. ed. 1944, Leipzig: Johann Ambrosius Barth. 249.
15. Muller, B., *Die gesamte Luftfahrt- und Raumflugmedizin.* 1967, Düsseldorf: Droste Verlag.
16. Ernsting, J. and P. King, *Aviation Medicine.* 2nd ed. ed. 1994, Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd.
17. Gronimus, B., *[Validation of Borg's Scale to rate perceived exertion at moderate and high altitude]*, in *Institute of Occupational and Social Medicine.* 2011, RWTH Aachen University: Aachen.
18. Küpper, T., et al. *Consensus Statement of the UIAA Medical Commission Vol.2: Emergency Field Management of Acute Mountain Sickness, High Altitude Pulmonary Oedema, and High Altitude Cerebral Oedema.* 2008 [cited 2008; Available from: www.theuiaa.org/medical_advice.html].

19. Amsler, H.A., *Flugmedizin für zivile Besatzungen*. 1971, Bern: Verlag Eidgenössisches Luftamt. 135.
20. Küpper, T., [Workload and professional requirements for alpine rescue], in *Dept. of Aerospace Medicine*. 2006, RWTH Aachen Technical University: Aachen.
21. West, J.B., *Limiting factors for exercise at extreme altitudes*. Clin Physiol, 1990. **10**(3): p. 265-72.
22. Buskirk, E.R., J. Kollias, and E. Picon Reategui, *Physiology and performance of track athletes at various altitudes in the United States and Peru*, in *The international symposium on the effects of altitude on physical performance*, R.F. Goddard, Editor. 1966, The Athletic Institute: Chicago.
23. Jackson, C.G. and B.J. Sharkey, *Altitude, training and human performance*. Sports Med, 1988. **6**(5): p. 279-84.
24. Buskirk, E.R., et al., *Maximal performance at altitude and on return from altitude in conditioned runners*. J Appl Physiol, 1967. **23**: p. 259-267.
25. Glaisher, J., *Notes of effects experienced during recent balloon ascents*. Lancet, 1862. **2**: p. 559-560.
26. Küpper, T., Körperliche und fachliche Anforderungen bei Rettung aus alpinen Notlagen - Analyse der Belastungen und Beanspruchungen der Ersthelfer und der Angehörigen der Rettungsdienste und ihre Konsequenzen für präventive und rehabilitative Ansätze in Flugmedizin, Arbeitsmedizin und alpinen Sportmedizin, in *Institut für Flugmedizin*. 2006, Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH): Aachen. p. 377.
27. Rupwate, R.U., M. Chitaley, and S.R. Kamat, *Cardiopulmonary functional changes in acute acclimatisation to high altitude in mountaineers*. Eur J Epidemiol, 1990. **6**(3): p. 266-72.
28. Horii, M., et al., *Physiological characteristics of middle-aged high-altitude climbers of a mountain over 8000m in height*. J Wild Med., 1994. **5**(4): p. 447-450.
29. Cottrell, J.J., et al., *Inflight arterial saturation: continuous monitoring by pulse oximetry*. Aviat Space Environ Med, 1995. **66**(2): p. 126-30.
30. Waanders, R. and G. Riedmann, *Short term impairment in cognitive functioning after a rapid ascent to altitude of 4,559 meters (Abstract)*. Eur J Neurosci (Suppl), 1994. **7**: p. 217.
31. Tune, G.S., *Psychological effects of hypoxia: Review of certain literature from the period 1950 to 1963*. Percept Mot Skills, 1964. **19**: p. 551-562.
32. Hochstrasser, J., A. Nanzer, and O. Oelz, [Altitude edema in the Swiss Alps. Observations on the incidence and clinical course in 50 patients 1980-1984]. Schweiz Med Wochenschr, 1986. **116**(26): p. 866-73.
33. Bircher, H.P., et al., *Relationship of mountain sickness to physical fitness and exercise intensity during ascent*. J Wild Med, 1994. **5**(4): p. 302-311.
34. Basnyat, B., J. Lemaster, and J.A. Litch, *Everest or bust: a cross sectional, epidemiological study of acute mountain sickness at 4243 meters in the Himalayas*. Aviat Space Environ Med, 1999. **70**(9): p. 867-73.
35. Hackett, P.H. and D. Rennie, *Rales, peripheral edema, retinal hemorrhage and acute mountain sickness*. Am J Med, 1979. **67**(2): p. 214-8.
36. Maggiorini, M., et al., *Prevalence of acute mountain sickness in the Swiss Alps*. Bmj, 1990. **301**(6756): p. 853-5.
37. Schneider, M., et al., *Acute mountain sickness: influence of susceptibility, preexposure, and ascent rate*. Med Sci Sports Exerc, 2002. **34**(12): p. 1886-91.
38. Basnyat, B. and J.A. Litch, *Medical problems of porters and trekkers in the Nepal Himalaya*. Wilderness Environ Med, 1997. **8**(2): p. 78-81.
39. Sui, G.J., et al., *Subacute infantile mountain sickness*. J Pathol, 1988. **155**(2): p. 161-70.
40. Arregui, A., et al., *Migraine, polycythemia and chronic mountain sickness*. Cephalalgia, 1994. **14**(5): p. 339-41.
41. Bernardi, L., et al., *Ventilation, autonomic function, sleep and erythropoietin. Chronic mountain sickness of Andean natives*. Adv Exp Med Biol, 2003. **543**: p. 161-75.
42. Curran, L.S., et al., *Ventilation and hypoxic ventilatory responsiveness in Chinese-Tibetan residents at 3,658 m*. J Appl Physiol, 1997. **83**(6): p. 2098-104.
43. Ge, R.L. and G. Helun, *Current concept of chronic mountain sickness: pulmonary hypertension-related high-altitude heart disease*. Wilderness Environ Med, 2001. **12**(3): p. 190-4.
44. Leon-Velarde, F. and J.T. Reeves, *International consensus group on chronic mountain sickness*. Adv Exp Med Biol, 1999. **474**: p. 351-3.
45. Monge, C.C., A. Arregui, and F. Leon-Velarde, *Pathophysiology and epidemiology of chronic mountain sickness*. Int J Sports Med, 1992. **13 Suppl 1**: p. S79-81.
46. Moore, L.G., S. Niermeyer, and S. Zamudio, *Human adaptation to high altitude: regional and life-cycle perspectives*. Am J Phys Anthropol, 1998. **Suppl 27**(107): p. 25-64.

47. Spitzer, H., T. Hettinger, and G. Kaminski, *Tafeln für den Energieumsatz bei körperlicher Arbeit*. 1982, Berlin, Köln: Beuth Verlag.
48. Siedenbarg, J., *Kompendium Reisemedizin und Flugmedizin*. 6. Aufl. ed. 2009, Norderstedt: BoD - Books on Demand.
49. Küpper, T., *[Non-traumatic aspects of sport climbing]*. Wien Med Wochenschr, 2005. **155**(7-8): p. 163-70.
50. N.N., *The Criteria Committee of the New York Heart Association. Diseases of the Heart and Blood Vessels: Nomenclature and Criteria for Diagnosis*, in *The Criteria Committee of the New York Heart Association. Diseases of the Heart and Blood Vessels: Nomenclature and Criteria for Diagnosis*, N.N., Editor. 1928, Little Brown: Boston, Mass.
51. N.N., *The Criteria Committee of the New York Heart Association. Nomenclature and Criteria for Diagnosis of Diseases of the Heart and Great Vessels*, in *The Criteria Committee of the New York Heart Association. Nomenclature and Criteria for Diagnosis of Diseases of the Heart and Great Vessels*, N.N., Editor. 1994, Little, Brown & Co: Boston, Mass. p. 253-256.
52. Miller-Davis, C., S. Marden, and N.K. Leidy, *The New York Heart Association Classes and functional status: what are we really measuring?* Heart Lung, 2006. **35**(4): p. 217-24.
53. Angelini, C. and G. Giardini. *Consensus Statement of the UIAA Medical Commission Vol.16: Travel to Altitude with Neurological Disorders*. 2009 [cited 2009].

Členové Lékařské komise UIAA (v abecedním pořadí)

C. Angelini (Itálie), B. Basnyat (Nepál), 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)

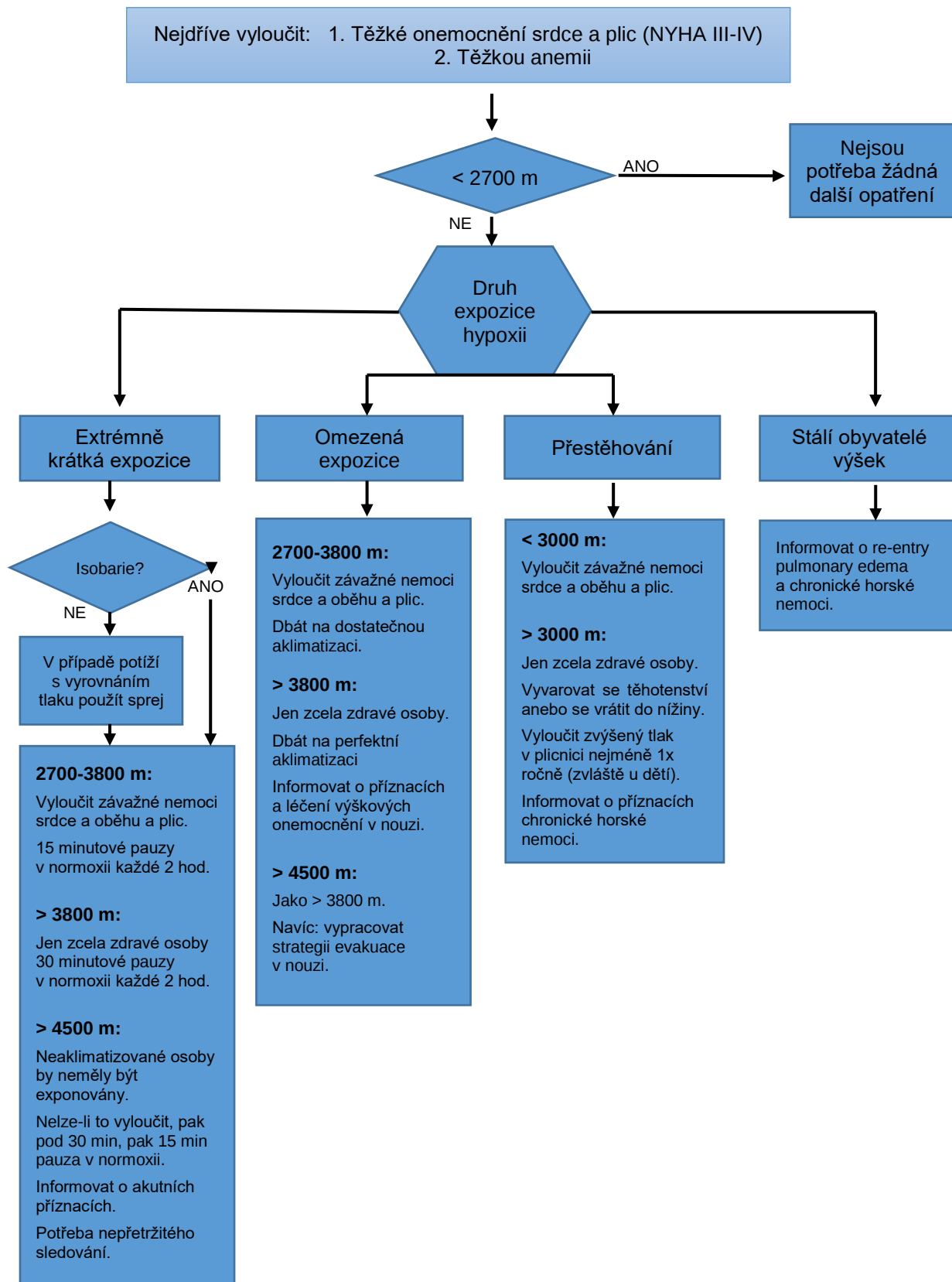
Hostující autor: R. Pullan (Altitude Centre, London, U.K.)

Historie předloženého doporučení

Předložená verze je překlad anglického / německého znění schváleného v srpnu 2009 písemným souhlasem nahrazujícím schůzi, aktualizovaného a schváleného písemných souhlasem v dubnu 2010.

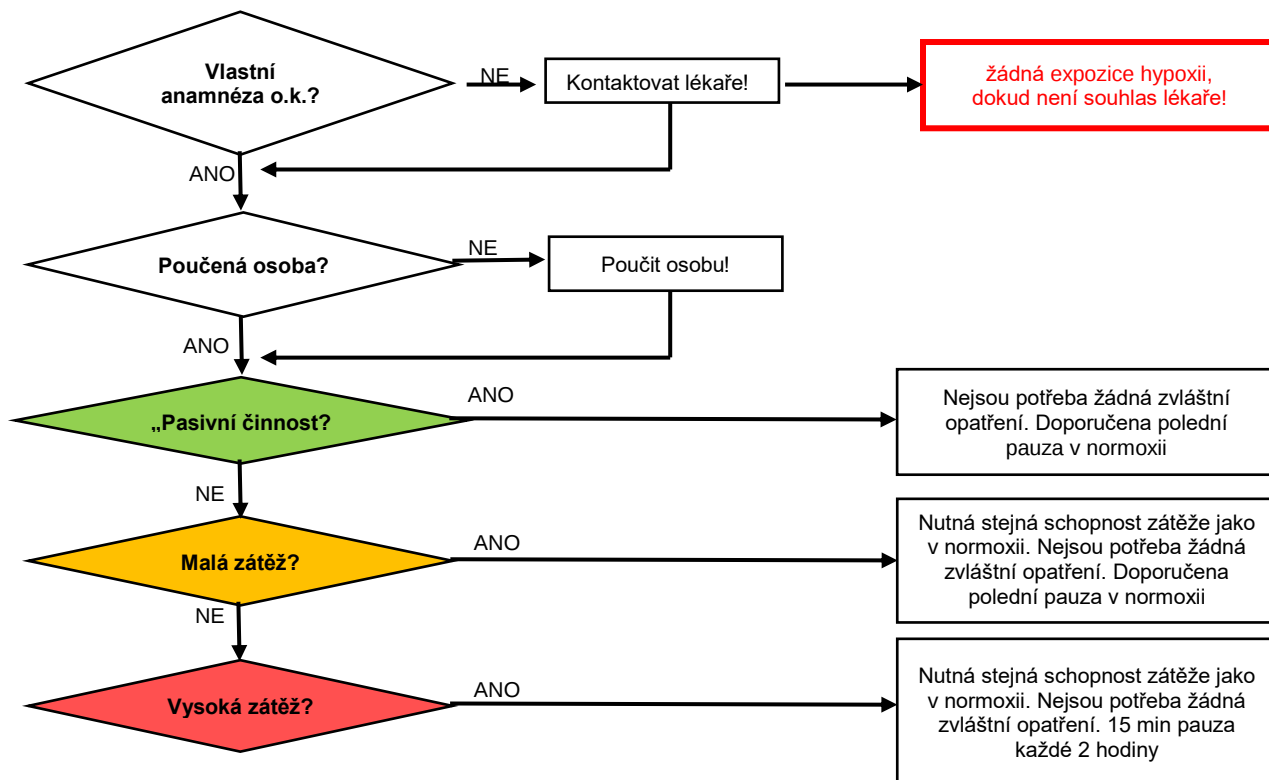
Aktualizace byla dokončena a schválena na zasedání LK UIAA ve Whistleru (Kanada) v červenci 2012 a opět aktualizována a schválena písemných souhlasem v únoru 2014. Aktuální verze V2.15 byla schválena na zasedání LK UIAA na Kalymnosu v květnu 2015. Tam bylo také rozhodnuto vypustit pracovní aspekty záchranných vrtulníkových operací v Alpách a publikovat je v samostatném doporučení (č. 23).

Příloha 1: Algoritmus pracovně lékařských a bezpečnostních opatření při práci v hypoxii

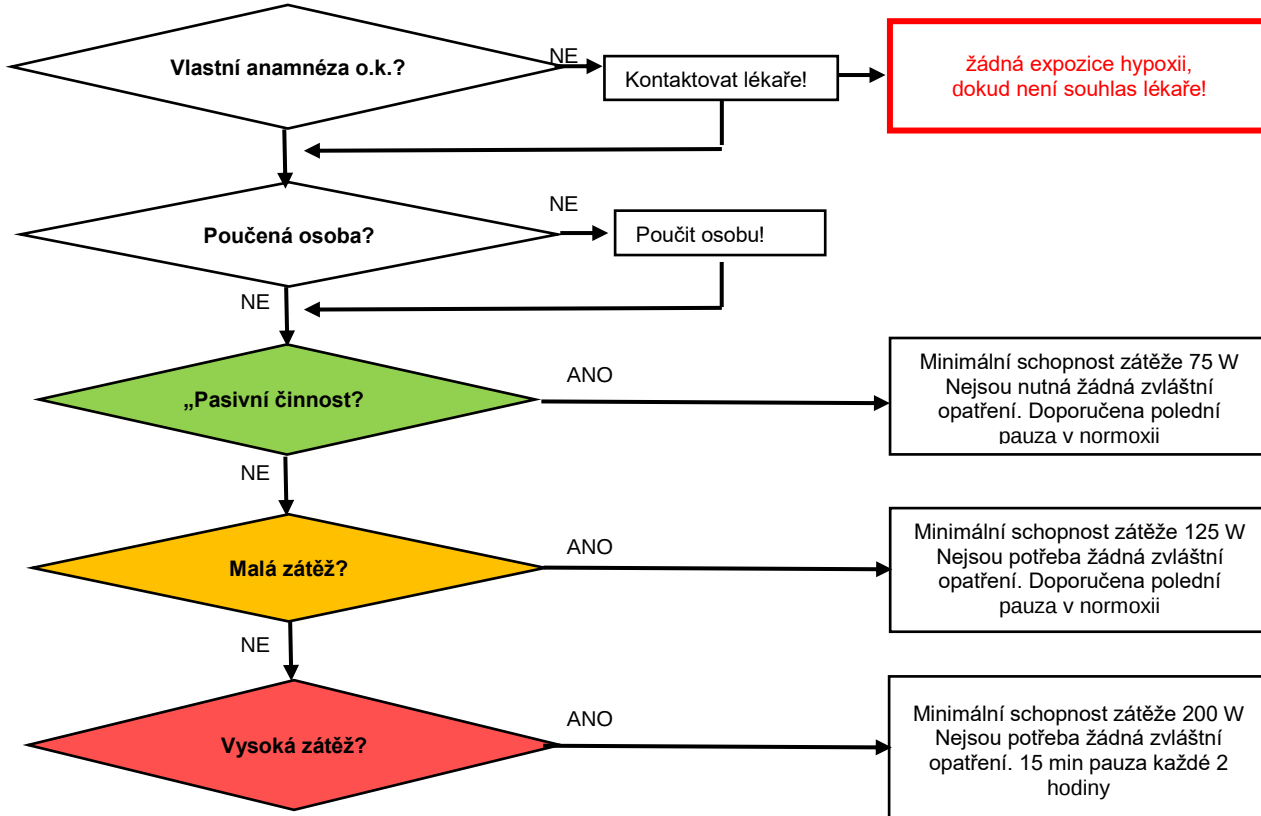


Příloha 2: Zjednodušené algoritmy pracovního lékařství a bezpečnosti práce, diferencováno podle rizikových tříd

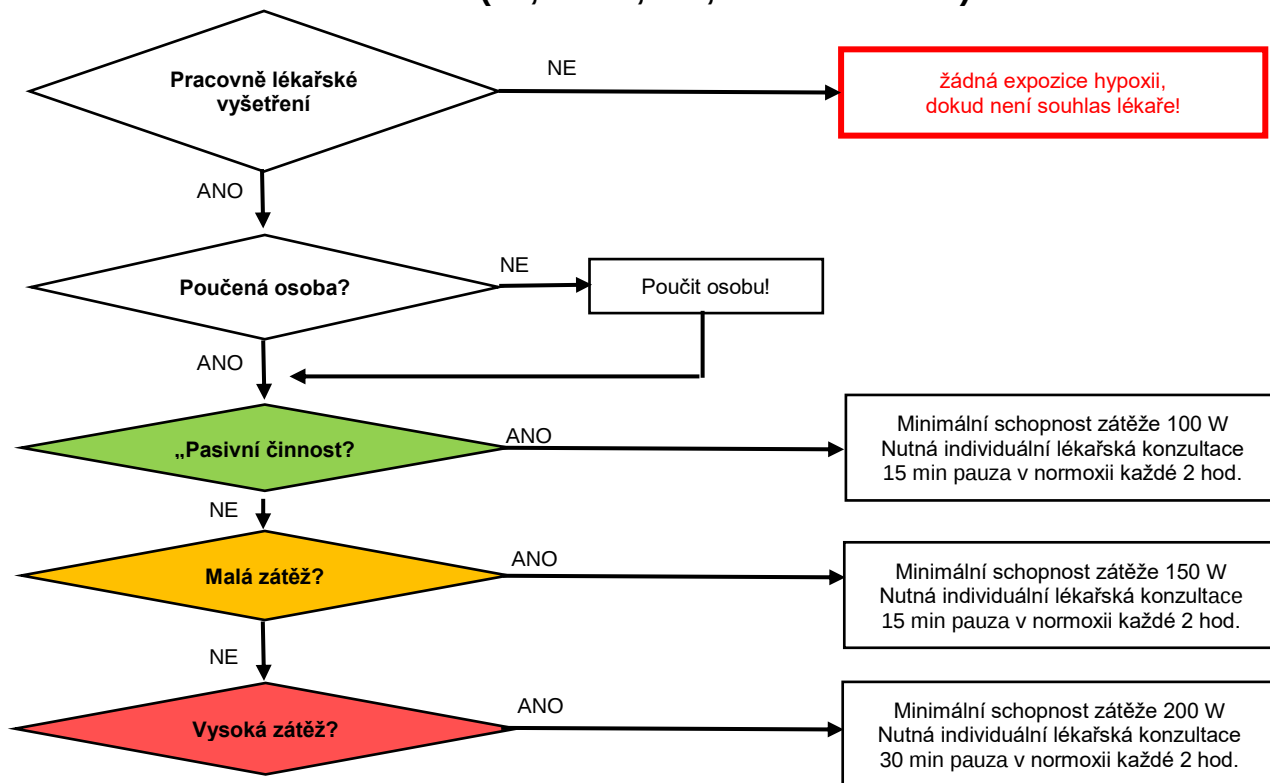
Příloha 2.1: Riziková třída 1 (> 17 %; 0 – 1700 m)



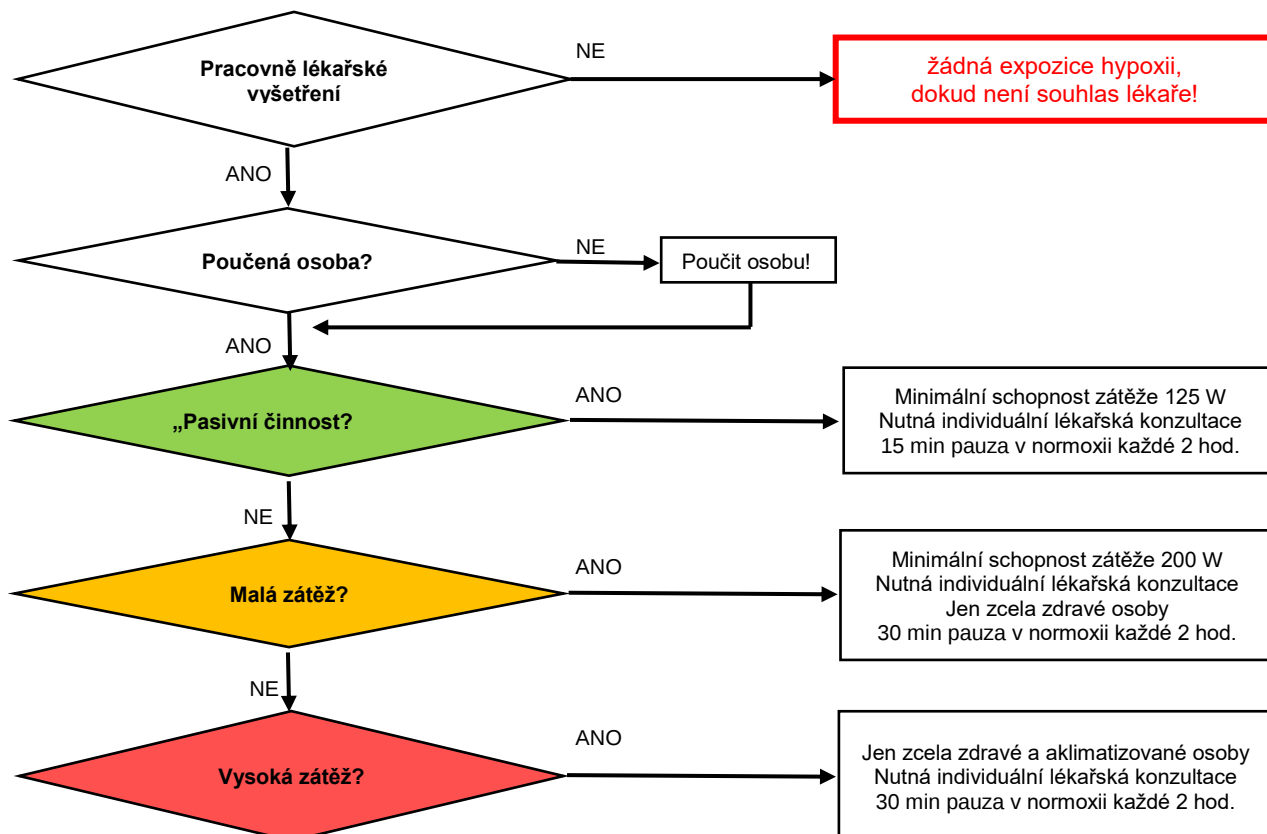
Příloha 2.2: Riziková třída 2 (16,9 – 14,8 %; 1700 – 2800 m)



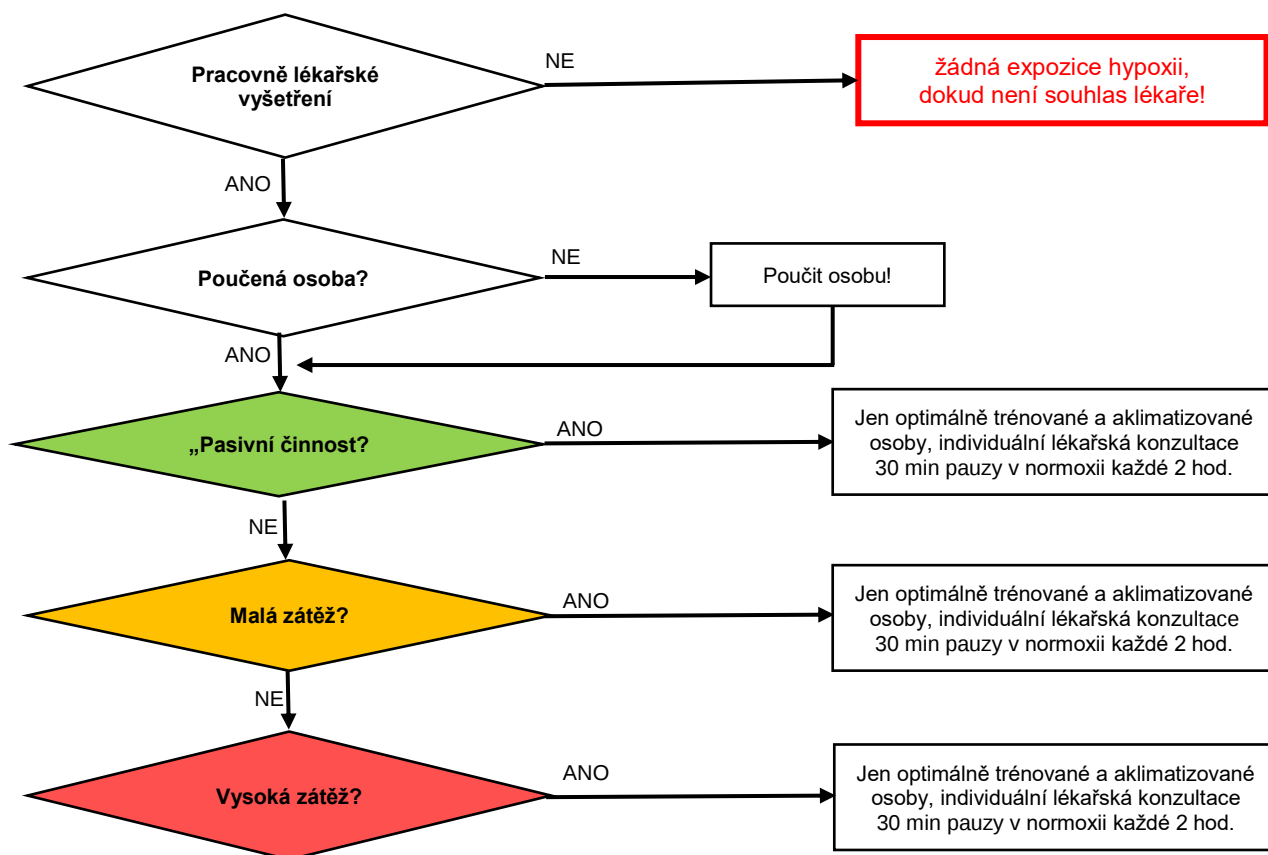
Příloha 2.3: Riziková třída 3 (14,7 – 13,0 %; 2800 – 3800 m)



Příloha 2.4: Riziková třída 4 (12,9 – 10,7 %; 3800 – 5300 m)



Příloha 2.5: Riziková třída 5 (< 10,7 %; > 5300 m)



Příloha 3: Klasifikace New York Heart Association (NYHA, aktualizovaná verze 1994) [47]

Schopnost zátěže a klinické příznaky	Činnost	Objektivní hodnocení
Třída I. Pacienti s onemocněním srdce, avšak bez omezení fyzické aktivity. Každodenní námaha nepůsobí pocit vyčerpání, palpitace, dušnost ani anginu pectoris.	Nemocní zvládnou běžnou tělesnou námahu včetně rychlé chůze či běhu 8 km/h.	A. Žádná objektivní známka kardiovaskulárního onemocnění.
Třída II. Pacienti s onemocněním srdce s menším omezením tělesné činnosti. V klidu bez obtíží. Každodenní námaha zpravidla nezpůsobuje únavu, palpitace, dušnost nebo anginu pectoris.	Nemocní zvládnou lehkou tělesnou aktivitu, ale běžná již vyvolá únavu či dušnost.	B. Objektivní průkaz minimálního kardiovaskulárního onemocnění.
Třída III. Pacienti s onemocněním srdce, které vede ke zřetelnému omezení tělesné činnosti. V klidu bez obtíží. Obvykle způsobuje fyzická aktivita k menší únavě, palpitacím, dušnosti nebo k angině pectoris.	Nemocní jsou dušní či unavení při základních činnostech, jako je oblékání, mytí apod.	C. Objektivní průkaz středně těžkého až těžkého kardiovaskulárního onemocnění.
Třída IV. Pacienti s onemocněním srdce, které jim brání v provádění jakékoliv fyzické aktivity bez obtíží. Příznaky srdečního selhání mohou být přítomny i v klidu. Jakákoliv fyzická aktivita příznaky zhoršuje.	Nemocní mají klidové potíže a jsou neschopní samostatného života.	D. Objektivní průkaz těžkého kardiovaskulárního onemocnění

Příloha 4: Směrnice pracovní Skupiny pro mezinárodní ochranu nosičů (International Porter Protection Group, IPPG)

1. Trekingová etika

1. Je nutné se postarat, aby měli nosiči dostatečné oblečení, odpovídajícím sezóně a výšce, aby se ochránili před chladem, deštěm a sněhem. Oděv zahrnuje větrovku a kalhoty odolné proti větru, flísovou bundu, svrchní kalhoty, vhodnou obuv (kožené boty do sněhu), ponožky, klobouk (čepici), rukavice a brýle proti slunci.
2. Nad hranicí lesa mají mít nosiči vyhrazené přístřeší, buď v místnosti v lodžii nebo ve stanu (nehodí se stan jídelny, jelikož není do pozdního večera volný ke spaní), s podložkou na spaní a příkrývkou nebo spacím pytlím. Poskytují se jim potraviny a teplé nápoje, anebo vybavení na vaření a palivo.
3. Nosičům má být zajištěna lékařská péče stejného standardu jako vlastním účastníkům treku nebo expedice, a měli by být pojištěni pro případ úrazu.
4. V případě onemocnění nemá být nosič propuštěn a vyplacen, aniž si vedení pečlivě nezíská přesný obraz o stavu pacienta. Vedoucí skupiny nosičů (sirdár) musí o onemocnění nosiče informovat vedení treku / expedice. Zanedbání již mělo za následek mnoho úmrtí. Nemocného nebo zraněného nosiče nelze poslat dolů samotného, nýbrž s někým, kdo rozumí jeho jazyku a chápe situaci, s dopisem popisujícím obtíže a problém. Průvodní dopis s informacemi o potížích, má obsahovat zprávu o dosud poskytnutém léčení. Má být zajištěn dostatek prostředků k pokrytí nákladů na záchranu a léčení.
5. Nosiči nesmí nést náklad, který by přesahoval jejich fyzickou kapacitu (maximum na Kilimandžáru je 20 kg, v Peru a Pákistánu 25 kg a v Nepálu 30 kg). S ohledem na výšku, trasu nebo počasí může být zapotřebí přizpůsobit hmotnost nákladu, při rozhodování jsou zapotřebí zkušenosti.

2. Otázky na pořadatele treku / expedice

1. Dodržuje podnik 5 výše jmenovaný bodů Směrnice IPPG o bezpečí nosičů?
2. Jaký je postup ohledně výstroje a zdravotnického zabezpečení pro nosiče?
3. Jak je zajištěno dostatečné vyškolení pracovníků, aby se postarali o zdraví a blaho nosičů?
4. Jak je zařízeno, aby byli místní odpovědní pracovníci (v Nepálu) vyškoleni pro sledování zdravotního stavu nosičů?
5. Po treku se zeptejte účastníků na jejich dojem, jak se zacházelo s nosiči?

Zdroj: www.ippg.net, 3. 8. 2008