

Záludnosti velkých výšek

Pavel Ševčík

Veronika Bártová

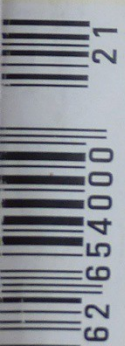
POTĚŠÍ MAJITELE
AGROFERTU

POTĚŠÍ MINISTRA
FINANCÍ

STŘET

ZÁJEM

ZÁJEM



XXV

5. 2014 | 42 Kč

1,00 € / BE 3,20 €

Rei

Extrémní výšky jsou prostředím

- Hypobarickým
- Hypoxickým
- Mrazivým
- Větrným
- Suchým
- Plným UV záření
- Je to totálně nebezpečné prostředí

„It is an extraordinary coincidence that the highest point on Earth is very close to the limit of human tolerance to hypoxia.“

John B. West. Human responses to extreme altitudes. Integrative and Comparative Biology 2006;46(1):25-34.

Vysvětlení ?

- Evoluční vysvětlení pro to nemáme
- Neexistuje jakákoli výhoda pro přežívání ve výškách nad 6000 m
- Není tam ani potrava ani jiné vhodné komodity
- Lezou tam „pouze“ horolezci „protože velehory tu jsou“

West JB. Everest – The Testing Place. McGraw-Hill, 1985



Co to jsou velké výšky - definice

- Výška 1.500 – 3.500 m n.m.
- Velká výška 3.500 – 5.500 m n.m.
- Extrémní výška 5.500 – 8.850 m n.m.

- Tolerance k velkým výškám
 - je individuální
 - v průběhu času se může významně měnit

Tři způsoby odpovědi lidského organismu na velkou výšku

- Aklimatizace na velkou výšku
- Evoluční adaptace na velkou výšku
- Fyziologické odpovědi na extrémní výšku

Aklimatizace na velkou výšku

- Týká se obyvatelů nížin
- Funguje do 5000 m
- Hyperventilace
- Téměř kompletní renální kompenzace RAL
- Polycytémie
- Zvýšení intracelulárních oxidativních enzymů
- V některých tkáních zmenšení interkapilárních difúzních vzdáleností

Fyziologická odpověď

- Nad 7000 m (extrémní výšky)
- Extrémní hyperventilace
- Výrazná RAL
- Neúplná renální kompenzace
- Zvýšená afinita kyslíku k Hb – důsledek alkalózy
- Velmi nízká maximální spotřeba O₂
- Velké omezení anaerobního metabolismu
- Výrazné ↓ hmotnosti a celkové postupné zhoršování stavu

Co všechno se může přihodit

- Průjmy, problémy s trávením
- Jiná infekční onemocnění
- Kašel
- Dehydratace
- Záněty žil
- Podchlazení, omrzliny
- Sněžná slepota
- Popáleniny, opařeniny
- Intoxikace CO
- Uštknutí jedovatým hadem
- Mechanické úrazy

Specifické problémy - základní termíny

- Výšková nemoc – AMS – acute mountain sickness, acute altitude illness
- Výškový otok plic – HAPE – high altitude pulmonary edema
- Výškový otok mozku – HACE – high altitude cerebral edema

AMS – akutní výšková nemoc

- Může nastoupit již od výšky 2.400 m n.m.
- Za 6-10 hodin po výstupu do výšky
- Symptomy jsou nespecifické
 - Bolesti hlavy
 - GIT – nechutenství, nauzea, zvracení
 - Únava, slabost
 - Zaujatost
 - Poruchy spánku
 - Krátký dech při námaze
 - Perzistující tachykardie
 - Periferní otoky – ruce, nohy, tváře

How do I calculate my own score?

The Lake Louise score is a scoring system used to make a diagnosis of acute mountain sickness (AMS). This is something you can do yourself to decide how severe your symptoms are and what they mean. The scoring is as follows:

Symptom	Severity	Score
Headache	No headache	0
	Mild headache	1
	Moderate headache	2
	Severe headache	3
Gut (gastrointestinal) symptoms	None	0
	Poor appetite or nausea	1
	Moderate nausea and/or vomiting	2
	Severe nausea and/or vomiting	3
Fatigue and/or weakness	Not tired or weak	0
	Mild fatigue/weakness	1
	Moderate fatigue/weakness	2
	Severe fatigue/weakness	3
Dizziness/light-headedness	Not dizzy	0
	Mild dizziness	1
	Moderate dizziness	2
	Severe dizziness	3
Difficulty sleeping	Slept as well as usual	0
	Did not sleep as well as usual	1
	Woke many times, poor sleep	2
	Could not sleep at all	3

A total score of 3 to 5 = mild AMS and 6 or more = severe AMS. Remember that any symptoms at altitude are altitude illness until proven otherwise.

AMS – příčiny

- Nižší parciální tlak kyslíku v atmosféře
- Osoby s nižším ET_{CO_2} a vyšší S_{O_2} jsou na tom lépe
- Dehydratace
- Přispívající faktory
 - Rychlý výstup do výšek
 - Úroveň dosažené výšky
 - Míra fyzické aktivity ve výšce
 - Individuální citlivost k výšce – s časem se mění

AMS – prevence

- Pomalý výstup, případně režim „vystup vysoko, spi níže“
- Omezení fyzické aktivity zejména v prvních 24 hodinách ve výšce
- Vyvarovat se alkoholu, hypnotik a jiných léků tlumících CNS
- Alkohol – vyvarovat se zejm. v prvních 24-48 h
 - tlumí CNS
 - způsobuje dehydrataci

AMS – medikamenty

- acetazolamid – blokátor karboanhydrázy, mírné diuretikum – 125-250 mg á 12 hod
- sumatriptan – pomoc při prevenci AMS
- ibuprofen – snižuje bolest hlavy i nauzeu
- inhibitory PDE-5 (sildenafil, tadalafil) – snižují HPV, ale může zhoršovat bolest hlavy
- koka – Indiáni na Altiplanu

WILDERNESS & ENVIRONMENTAL MEDICINE, 21, 146–155 (2010)

REVIEW ARTICLE

Wilderness Medical Society Consensus Guidelines for the Prevention and Treatment of Acute Altitude Illness

Andrew M. Luks, MD; Scott E. McIntosh, MD, MPH; Colin K. Grissom, MD; Paul S. Auerbach, MD, MS; George W. Rodway, PhD, APRN; Robert B. Schoene, MD; Ken Zafren, MD; Peter H. Hackett, MD

From the Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, University of Washington, Seattle, WA (Drs Luks and Schoene); Division of Emergency Medicine, University of Utah, Salt Lake City, UT (Dr McIntosh); Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, Intermountain Medical Center and the University of Utah, Salt Lake City, UT (Dr Grissom); Department of Surgery, Division of Emergency Medicine, Stanford University School of Medicine, Palo Alto, CA (Drs Auerbach and Zafren); College of Nursing and School of Medicine, University of Utah, Salt Lake City, UT (Dr Rodway); Bozeman Deaconess Hospital, Bozeman, MT (Dr Schoene); Himalayan Rescue Association, Kathmandu, Nepal (Dr Zafren); Division of Emergency Medicine, Altitude Research Center, University of Colorado Denver School of Medicine, Denver, CO (Dr Hackett); and Institute for Altitude Medicine, Telluride, CO (Dr Hackett).

Table 2. Recommended dosages for medications used in the prevention and treatment of altitude illness

<i>Medication</i>	<i>Indication</i>	<i>Route</i>	<i>Dosage</i>
Acetazolamide	AMS, HACE prevention	Oral	125 mg twice per day Pediatrics: 2.5 mg/kg every 12 h
	AMS treatment ^a	Oral	250 mg twice per day Pediatrics: 2.5 mg/kg every 12 h
Dexamethasone	AMS, HACE prevention	Oral	2 mg every 6 h or 4 mg every 12 h Pediatrics: should not be used for prophylaxis
	AMS, HACE treatment	Oral, IV, IM	AMS: 4 mg every 6 h HACE: 8 mg once then 4 mg every 6 h Pediatrics: 0.15 mg/kg/dose every 6 h
Nifedipine	HAPE prevention	Oral	30 mg SR version, every 12 hours or 20 mg of SR version every 8 h
	HAPE treatment	Oral	30 mg SR version, every 12 hours or 20 mg of SR version every 8 h
Tadalafil	HAPE prevention	Oral	10 mg twice per day
Sildenafil	HAPE prevention	Oral	50 mg every 8 h
Salmeterol	HAPE prevention	Inhaled	125 μ g twice per day ^b

AMS = acute mountain sickness; HACE = high altitude cerebral edema; HAPE = high altitude pulmonary edema; SR = sustained release; IV = intravenous; IM, intramuscular.

^a Acetazolamide can also be used at this dose as an *adjunct* to dexamethasone in HACE treatment, but dexamethasone remains the primary treatment for that disorder.

^b Should not be used as monotherapy and should only be used in conjunction with oral medications.

HACE – výškový otok mozku

- Nejvyšší stádium AMS – neurol. příznaky!!!
- Prevence
 - pomalý výstup – od 3000 m spát max. o 500 m výše
 - acetazolamid – 125-250 mg á 12 hod
 - dexametazon – 2 mg á 6 hod nebo 4 mg á 12 hod
 - žvýkání koky
 - adekvátní hydratace
 - pozor na vyčerpání, hypotermii, hypoglykémii

Table 4. Acute mountain sickness classification

<i>Category</i>	<i>Mild AMS</i>	<i>Moderate–Severe AMS</i>	<i>HACE</i>
Symptoms	Headache plus 1 or more other symptom (nausea/vomiting; fatigue, lassitude, dizziness; difficulty sleeping). All symptoms of mild intensity	Headache plus 1 or more other symptom (nausea/vomiting; fatigue, lassitude, dizziness; difficulty sleeping). All symptoms of moderate–severe intensity	Worsening of symptoms seen in moderate to severe AMS
Signs	None	None	Ataxia, severe lassitude, altered mental status encephalopathy
Lake Louise AMS Score ^a	2-4	5-15	Not applicable

AMS = acute mountain sickness; HACE = high altitude cerebral edema.
^a Self-report AMS score.⁴³

HACE – léčba

- Sestup
 - o 300-1000 m
 - ne sám!
- Kyslík
- Přetlaková přenosná komora (Gamowův vak)
- Acetazolamid 250 mg á 12 hod
- Dexametazon 8 mg iv nebo p.o., pak 4 mg á 6 hod.

Příběh 1 - ledovec Biafo, Karakoram

- Žena – 39 let, Australanka
- Nejvyšší dosud dosažená výška – 3000 m
- V anamnéze občasné bolesti hlavy, jinak nic podstatného

Příběh 1 - ledovec Biafo, Karakoram

- Den 1 – příjezd do Skardu, cca 2200 m n.m.
- Den 3 – v jeepu do Askole, cca 3000 m n.m.
- Den 5 – ráno po první noci na treku, tábor Mango 3830 m – bolesti hlavy běžného typu
- Den 5 – dopoledne – cca ve výšce 4000 m se stav horší, po poledni v táboře Baintha (4150 m) vysloveno podezření na HACE – ztráta koordinace, cítí se extrémně slabá

Příběh 1 - ledovec Biafo, Karakoram

- Nasazen acetazolamid a hydrokortison
- Volána helikoptéra, která však může přiletět až následující den po poledni (nepřízeň počasí)
- Mezitím probíhá léčba – RL 1/1 2000 ml, dexametazon, acetazolamid, NSA, pro bradykardii (až ke 48/min) podáván i noradrenalin
- Den 6 – nad ránem upadá do bezvědomí

Příběh 1 - ledovec Biafo, Karakoram

- Den 6 – po poledni přilétá do tábora Baintha helikoptéra, cestou podáván kyslík
- Hospitalizována v nemocnici ve Skardu, mj. konstatován edém papily – potvrzen HACE
- Den 7 – propuštěna z nemocnice s terapií dexametazon, acetazolamid, paracetamol
- Den 10 bez obtíží, dále již bez terapie

Louise

38 yrs / F

R/o Australia

172

Fundoscopy done

- Disc Hyperaemic
- margins blurred
- Superior, Inferiorly & Nasally
- Physiological cup obliterated

Δ Early papilloedema

08/08/05

Hx of Exacerbated Iritis
 SINDO Glaucoma near
 Snow like by Helicoptera

In HACE Report to Hospital Eym on 07/05/05

Now Feels Her nose
 of discom
 of Larva like
 of Stomach Nostals

of 12 Appli

120/80

Nose Pruff

No PND

No ...

Dr. [Signature]
 Dr. [Signature]
 Dr. [Signature]
 Dr. [Signature]
 Dr. [Signature]

Příběh 2 - Spantik, Karakoram

- Žena, 42 let, Němka
- Dosud několik výstupů do výšek kolem 6000 m
- Anamnéza – vždy zdráva
- Den 1 – base camp, cca 4200 m n.m.
- Den 6 – první výstup do C1, cca 5100 m
- Den 12 – vrchol, 7027 m
- Den 16 – sestupuje s přítelem z C2 (5630 m) do C1 (5100 m)

Příběh 2 - Spantik, Karakoram

- Den 16 – pro vyčerpání volí bivak mezi C2 a C1, přítel sestupuje do C1 ve snaze přivést další pomoc
- Den 16 – z C1 se pro ni vracejí 2 horolezci, nacházejí ji v bezvědomí, přikrývají ji péřovkou, dochází k zástavě oběhu, pokus o resuscitaci skončil neúspěšně
- Den 17 – spouštějí tělo zesnulé do trhliny ve výšce 5431 m n.m.

Příběh 2 - Spantik, Karakoram

- O léčbě není nic známo
- O příčinách úmrtí lze spekulovat. Vyčerpání a prochlazení se nabízí na prvním místě

HAPE – výškový plicní otok

- Nekardiogenní PE následující po rychlém výstupu do středních a velkých výšek
- Neaklimatizovaní obyvatelé nížin nebo vysokých poloh, kteří se vrátili z nízkých poloh (re-entry HAPE)
- Incidence

2500 m	0,01 %
3600 m	1,9 %
4300 m	2,5-5 %

HAPE – výškový plicní otok

- Incidence závisí na:
 - rychlosti výstupu
 - intenzitě zátěže
 - absolutní nabyté výšce (zejména výšce přespání)
 - individuální náchylnosti
- Mortalita na AMS/HACE/HAPE – 0,12 %, ale tyto akutní choroby jsou rovněž faktorem přispívajícím k rozhodovacím chybám atd.

HAPE - příznaky

- 2-5 dní po výstupu do výšky
- Excesivní dyspnoe při námaze → v klidu
Klidová dušnost je vždy abnormální
- Suchý kašel → vlhký kašel → růžové zpěněné sputum
- Tachykardie
- Tachypnoe
- Mírně zvýšená teplota

HAPE - příznaky

- Pozor na diferenciální diagnostiku
 - pneumonie
 - virové infekty vyšších etáží dýchacího traktu
 - bronchospasmus
 - akutní infarkt myokardu

HAPE - patofyziologie

- HPV – PVR se zvyšuje v odpovědi na nízký PAO_2
 - při akutní expozici hypoxii
 - při aklimatizaci (= lowlanders)
 - při žití ve výškách (= highlanders)
- Globální plicní vazokonstrikce – základní etiologický faktor u HAPE
- Druhý náraz – zánětlivé mediátory, zhoršená clearance alveolární tekutiny, permeabilita membrán
- Zhoršená produkce NO, zvýšení endotelinu-1



Prevention and Treatment of High-Altitude Pulmonary Edema

Marco Maggiorini*

Intensive Care Unit, Department of Internal Medicine, University Hospital, Rämistrasse 100, CH-8091 Zurich, Switzerland

Abstract

We distinguish two forms of high altitude illness, a cerebral form called acute mountain sickness and a pulmonary form called high-altitude pulmonary edema (HAPE). Individual susceptibility is the most important determinant for the occurrence of HAPE. The hallmark of HAPE is an excessively elevated pulmonary artery pressure (mean pressure 36-51 mm Hg), caused by an inhomogeneous hypoxic pulmonary vasoconstriction which leads to an elevated pulmonary capillary pressure and protein content as well as red blood cell-rich edema fluid. Furthermore, decreased fluid clearance from the alveoli may contribute to this noncardiogenic pulmonary edema. Immediate descent or supplemental oxygen and nifedipine or sildenafil are recommended until descent is possible. Susceptible individuals can prevent HAPE by slow ascent, average gain of altitude not exceeding 300 m/d above an altitude of 2500 m. If progressive high altitude acclimatization would not be possible, prophylaxis with nifedipine or tadalafil for long sojourns at high altitude or dexamethasone for a short stay of less than 5 days should be recommended. (Prog Cardiovasc Dis 2010;52:500-506)

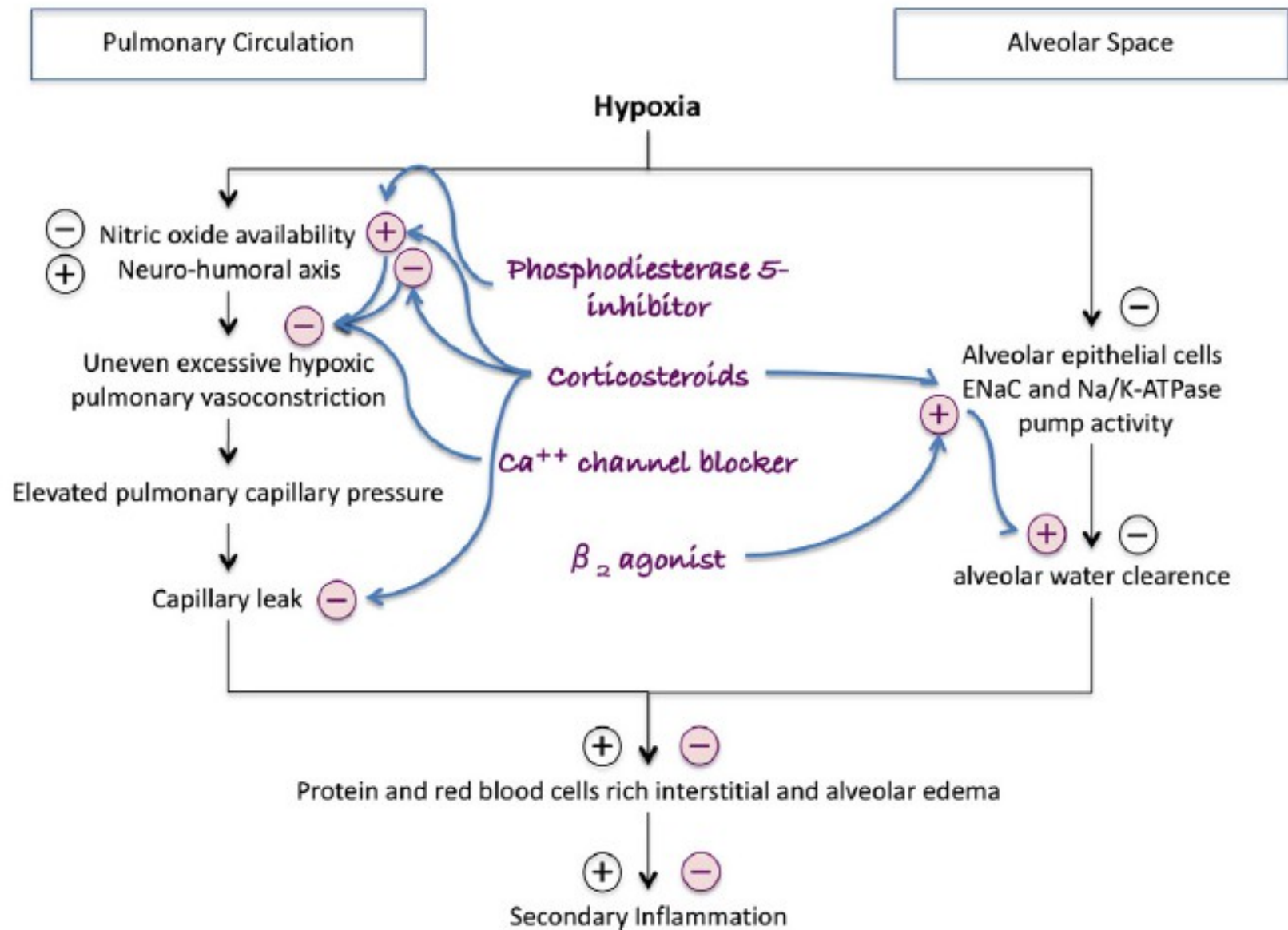


Fig 1. Action mechanisms of the different drugs used for prevention and treatment of high altitude pulmonary edema. Phosphodiesterase 5-inhibitors such as sildenafil and tadalafil increase nitric oxide availability in the pulmonary circulation leading to a decrease in pulmonary vascular tone; hence, pulmonary capillary pressure and fluid leakage in to the interstitial and alveolar space. Corticosteroids increase nitric oxide availability in the pulmonary circulation leading to a decrease in pulmonary vascular tone, decrease hypoxia associated neurohumoral activation and pulmonary capillary permeability, and enhance hypoxia-associated decrease in alveolar water clearance. β_2 agonists enhance alveolar water clearance by stimulating ENaC.

Susceptible to

HAPE

Trekking/climbing above 2500m

Business trip < 5 days above 2500m

Rapid ascent > 1000 m/day

Slow ascent

< 600 m/day

Nifedipine

CR 30-60 once a day
start
24 hours before ascent

+

either
or

Tadalafil

20 mg once a day
start
24 hours before ascent

Dexamethasone

4-8mg every 12 hours
start
24 hours before ascent

Effective for HAPE & AMS!

CAVE: Nifedipine and tadalafil are effective for HAPE only

If also susceptible to AMS add

Acetazolamide

125 mg every 12 hours, started 12 hours before ascent
or during ascent if AMS symptoms develop

Fig 2. Algorithms for the prevention of HAPE: we suggest to differentiate between a short stay at an altitude above 2500 m (business trip) and mountaineering (trekking/climbing) at altitudes above 2500 m for more the 4 days. Dexamethasone prophylaxis is warranted for a business trip to a location at an altitude above 2500 m because acclimatization is not possible following time constrain and if not contraindicated dexamethasone represent an effective and safe treatment option if taken for a short period of time. In all other situations slow ascent and the use of a pulmonary vasodilator are recommended because it has been proven to be effective and safe. CAVE, neither nifedipine nor tadalafil prevent AMS; therefore, the acetazolamide may be added as a prophylaxis or treatment for mild AMS symptoms.

The diagnosis is

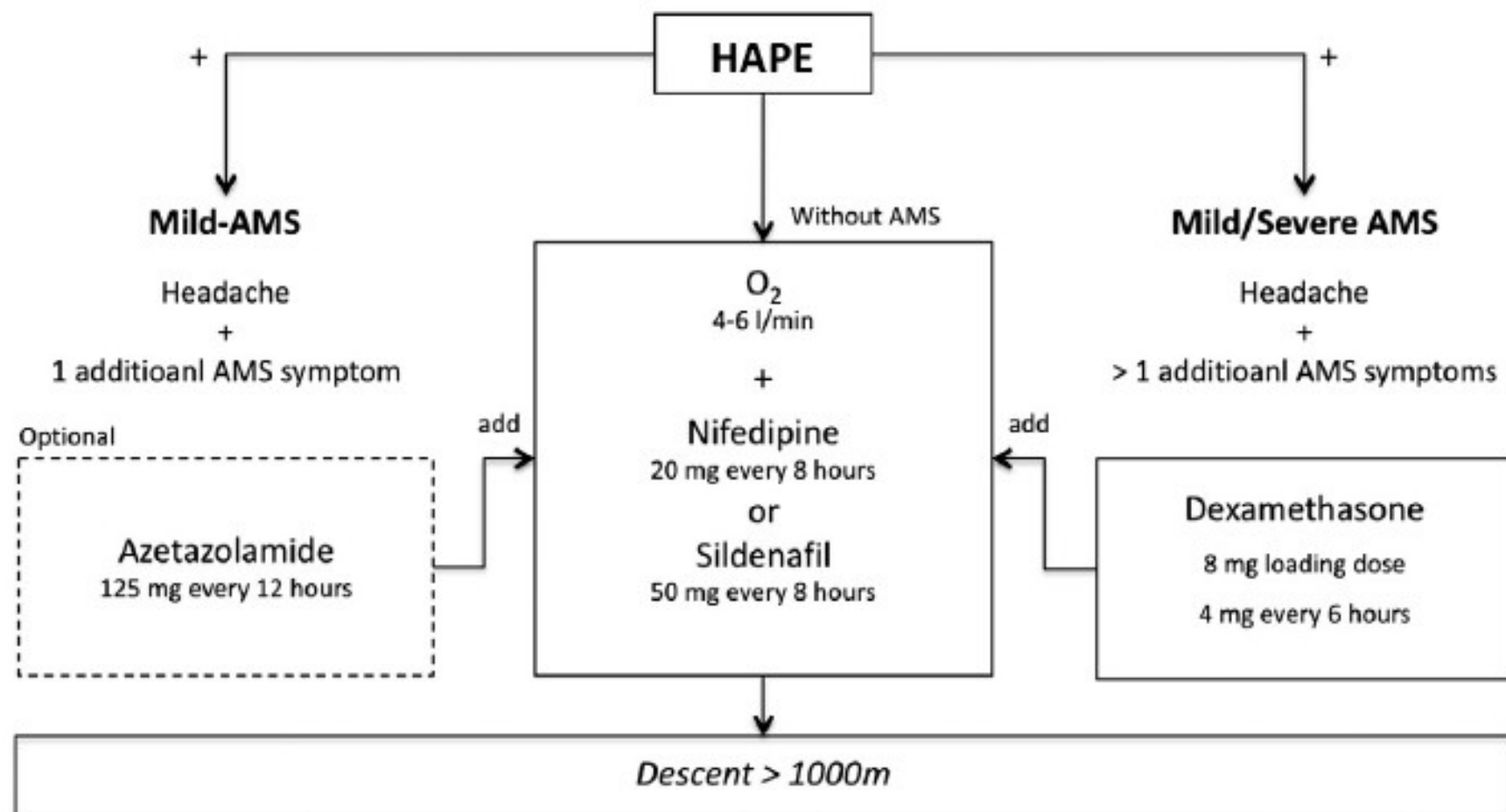


Fig 3. Algorithms for the treatment of HAPE: HAPE may present with or without AMS symptoms. The primary treatment of HAPE without AMS symptoms is oxygen and either nifedipine or sildenafil. This treatment restores exercise capacities to allow descent, which remains the only causative treatment of HAPE. If HAPE is associated with mild AMS, it is likely that improving arterial oxygenation AMS symptoms resolve spontaneously; therefore, the addition of acetazolamide in this situation is considered as optional. Conversely, if HAPE is associated with moderate to severe AMS, the coadministration of dexamethasone is strongly recommended.

HAPE - léčba

- Sestup pokud možno bez námahy!
- Kyslík nebo hyperbarická léčba (Gamowův vak)
- Udržení tělesné teploty
- Minimalizace námahy
- Nifedipin SR - 60 mg denně
- Inhibitory PDE-5 (?) – sildenafil, tadalafil
- Léčba AMS – dexamethason, acetazolamid

Hall DP et al. High Altitude Pulmonary Oedema. J R Army Med Corps, 2011
Bates MG et al. PDE-5 inhibitors in the treatment and prevention of HAPE.
Curr Opin Investig Drugs 2007

HAPE - léčba

- CPAP
- Beta₂ agonisté (salmeterol, albuterol?)
- diuretika ne

Závěry

- Dramatické změny během aklimatizace nejsou slučitelné s dlouhodobým přežitím
- „Fyziologická odpověď na extrémní výšky by měla být chápána spíše jako úsilí organismu o přežití než jako úspěšná dlouhodobá adaptace na toto prostředí.“