

Aklimatizace na velehorské výšky a její poruchy aneb Stručné poznámky před cestou do výšky

MUDr. Ivan Rotman, Společnost horské medicíny (2007-2010)

Není povoleno tento text opisovat ani rozšiřovat jakýmkoli způsobem.
Je poskytován konkrétním jednotlivcům s průvodní informací.

Akutní expozice výšce odpovídající 4000 m okamžitě způsobí závratě, arytmie a poruchy dýchání, v 5000 metrech poruchu rovnováhy a zraku, od 6000 m kolapsové stavy, cyanózu, poruchy hybnosti, křeče a bezvědomí. Nad 7000 m dojde ke ztrátě vědomí do 2-3 minut. Subakutní expozici hypobarické hypoxii se lze do určitých výšek přizpůsobit a výše po určitou dobu přežít.

Výškové zóny

Z hlediska aklimatizace lze definovat tři výškové zóny (5):

1. Střední výšky (1500-2500 m). SaO₂ je přes 90% a nedochází k omezení okysličení tkání. V prvních dnech pobytu se zvyšuje klidová ventilace, pokles alveolárního PCO₂ umožní kompenzační zvýšení PO₂. Na každých 100 m výšky klesne VO_{2max} o 1%. Kromě mírného omezení výkonu nepůsobí tato výška zdravému člověku potíže a akutní horská nemoc (AHN) se u zdravých nevyskytuje.
2. Velké výšky (2500-5300 m). Prahovou výškou pro vznik aklimatizačních pochodů je přibližně 2500 metrů. Výskyt AHN je ve 2500 m 10-15%, ve 3000 m přesahuje 20%. SaO₂ klesá výrazně pod 90%, pokračuje pokles VO_{2max} o 10% na každých 1000 m. Přesto lze dosáhnout úplné a dlouhodobé aklimatizace. Nejvýše položené trvale obývané místo na Zemi je hornické městečko La Rinconada v Peru v 5100 m.
3. Extrémním výškám (nad přibližně 5300 m) se nelze přizpůsobit, při delším pobytu dochází k výškové deterioraci. Hypoxie působí výraznou hypoxémií a hypokapnií, oxygenaci zajišťuje výrazná hyperventilace. Od 6000 m je inhibována anaerobní glykolýza a tvorba laktátu. Pokračující selhávání všech fyziologických funkcí vede při příliš dlouhém pobytu k smrti („zóna smrti“).

Průběh aklimatizace

Aklimatizace probíhá vždy stupňovitě, po etapách: po úspěšné aklimatizaci na dosaženou výšku se člověk po dosažení vyšší nadmořské výšky musí nově výšce opět znovu přizpůsobovat.

Po příchodu do výšky se organismus nachází v kritické fázi, která předchází vlastní aklimatizaci. Mobilizace přizpůsobovacích mechanismů (stresová reakce) je provázena zrychlením tepové frekvence v klidu a zvětšením rozdílu mezi systolickým a diastolickým krevním tlakem. Hyperventilace, přetrvávající periodické dýchání, polyurie a nykturie jsou známky adekvátně probíhající aklimatizace. O ukončené aklimatizaci lze hovořit po návratu klidové pulsové frekvence naměřené ráno po probuzení k výchozí individuální hodnotě, z dalších, v terénu těžkou měřitelných parametrů jsou to snížení spotřeby kyslíku myokardu, pokles objemu plazmy, trvající plicní vasokonstrikce a plicní hypertenze bez vzniku výškového otoku plic, zvýšení průtoku mozku bez vzniku výškového otoku mozku.

Richalet a spol. (28) rozlišují čtyři fáze pobytu ve výšce:

1. latentní fáze - trvá prvních 6 hodin po příchodu do výšky, bez příznaků akutní horské nemoci,
2. aklimatace (od 6 hodin do 7 dnů) – období získávání aklimatizace s velkým rizikem aklimatizačních poruch resp. horské nemoci,

3. aklimatizace – období 2-3 týdnů, během kterých je člověk optimálně přizpůsoben výšce a je schopen největších fyzických výkonů,
4. fáze degradace (výškové deteriorace), od výšky přibližně 5300 m, se zhoršením fyzických a psychických funkcí

Doba potřebná pro aklimatizaci je individuálně odlišná a navíc závisí na rychlosti výstupu, dosažené absolutní výšce, překonaném relativním výškovém rozdílu a zdravotním stavu jednotlivce, nikoli však jeho zdatnosti. Orientačně platí, že na výšce 3000 m je třeba se aklimatizovat 2-3 dny, na 4000 m 3-6 dní, na 5000 m 2-3 týdny a výškám nad 5300-5500 m se již přizpůsobit nelze. Nad touto hranicí dochází i při maximálním fyzickém šetření k nezadržitelnému a progresivnímu zhoršování zdravotního stavu a snižování výkonnosti, k tzv. výškové deterioraci, a to tím rychleji, čím výše se člověk zdržuje. Úplné tělesné zotavení je možné jen pod touto hranicí

Výkon horolezce v extrémní výšce (ani rychlost aklimatizace resp. náchylnost ke vzniku akutní horské nemoci) není určován jeho trénovaností (vyjádřenou např. hodnotou VO_{2max}), nýbrž aklimatizací, avšak VO_{2max} je přímo úměrná výšce, kterou je horolezec na expedici zpravidla schopen dosáhnout, avšak až po aklimatizaci (28).

Praktická doporučení pro aklimatizaci na výšku

Smyslem doporučení pro rychlost a způsob výstupu do výšky není urychlení aklimatizace, nýbrž snížení rizika onemocnění z výšky. Těžkým formám AHN lze předejít. Obecná pravidla s absolutní platností pro všechny jedince neexistují. Jisté však je, že rozhodujícím faktorem je čas, resp. rychlost výstupu do výšky, přesněji rychlost zvyšování výšky, ve které jedinec stráví noc („rate of ascent“ jako termín, „Schlafhöhendistanz“). Rámcově lze pro výšky od 2000 do 7000 m považovat za bezpečnou rychlost 300-400 m za den (1). Standardní empirické doporučení strávit každých 1000 metrů výšky den odpočinkem nebo v této výšce přespát dvě noci nebylo dosud vědecky ověřeno. Interindividuální variabilita lidské fyziologie i praxe výstupu je obrovská.

Zásady správné taktiky a doporučení jsou založeny na následujících faktech a zkušenostech:

1. Prahovou výškou je 2500 m a je sporné, zda k AHN může u zdravých osob dojít ve výšce nižší
2. Aklimatizace probíhá vždy stupňovitě na danou výšku, při dalším výstupu začíná proces od začátku.
3. Absolutně platí doporučení
 - a) nevystupovat příliš rychle a příliš vysoko,
 - b) vyvarovat se anaerobní zátěže,
 - c) přespávat do nejnižší (další noc nemá být výše než 300-400 m, od 6000 m dvě noci ve stejné výšce) a
 - d) o dalším výstupu rozhodnout po zhodnocení svého zdravotního stavu, při nepřítomnosti příznaků AHN (při bolesti hlavy se další výstup nedoporučuje).
4. Rychlost výstupu se týká i rychlosti chůze. Ve fázi probíhající aklimatizace je vhodná jen aerobní zátěž, která nezpůsobí velký pokles SaO_2 a přílišný vzestup tlaku v plicnici (zátěž není provázána dušností). V lehkém terénu ji lze do výšky 5000 m dodržet metodou chůze „jeden krok nádech – dva kroky výdech“ i při dýchání nosem. U starších nemá tepová frekvence přesahovat 120, u mladších 140 tepů/min (5).
5. Rychlý výstup nad 2800 m (letecky, lanovkou) vyžaduje přespát v této výšce tři noci.
6. Vědomá hyperventilace zvýší alveolární PO_2 , ve výšce nezpůsobí závratě ani tetanii.
7. Zvýšený přísun tekutin aklimatizaci neurychlí, avšak sníží snad riziko AHN, zcela jistě však trombózu a omrzlin a zabrání poklesu výkonu (pokles objemu krve snižuje transportní kapacitu pro kyslík i VO_{2max} : ztráta 1 litru tekutiny znamená pokles o 5% a zvyšuje efektivní

výšku o 500 m). Ve výšce nad 2500 m má přísun tekutin činit 3-4 litry denně, ideálně s přísadou sacharidů v koncentraci 10-20%.

8. Doporučuje se zvýšit podíl sacharidů ve stravě nad 70% energetické spotřeby.

9. Vzájemné sledování zdravotního stavu může včas odhalit poruchu aklimatizace – AHN.

Akutní horská nemoc jako selhání aklimatizace

Neúspěch aklimatizace je téměř vždy v důsledkem příliš rychlého výstupu do výšky. Příchod do výšky u neaklimatizovaných i nedostatečné přizpůsobení výškové hypoxii se projevuje různou mírou vyjádřenými příznaky poruchy zdravotního stavu souhrnně označovanými onemocněním z výšky, (akutní) horskou nemocí (AHN, dle Mezinárodní klasifikace nemocí kód T70.2). Fyziologické změny charakterizující akutní reakci zahrnují především hyperventilaci a zvýšení srdeční frekvence, noční periodické dýchání a za příznaky AHN se nepovažují. Terminologie a etiopatogenetický výklad zůstávají dosud nejednotné, avšak v otázkách diagnostiky, léčení a prevence bylo dosaženo konsensu.

Akutní poruchu přizpůsobení výšce lze klasifikovat jako:

1. mírnou formu – akutní horská nemoc (AHN, acute mountain sickness AMS),
2. mozkovou formu – výškový otok mozku (high altitude cerebral edema, HACE) a
3. plicní formu – výškový otok plic (high altitude pulmonary edema, HAPE).

Lze předpokládat, že společnou příčinou všech forem AHN je nedostatečné přizpůsobení, především individuální nedostatečná plicní ventilace (relativní hypoventilace). Jistým vyvolávajícím faktorem AHN a výškových otoků mozku a plic je především hypoxie, není však vlastní příčinou sama o sobě. Následky hypoxie jsou výrazná hypoxémie, vyšší tlak v plicnici (vazokonstrikce v plicích), zvýšení intrakraniálního tlaku (vazodilatace v mozku) a retence tekutin.

Faktory přispívajícími ke vzniku AHN a otoku plic jsou kromě nevhodné taktiky výstupu, chlad, anaerobní zátěž s dýcháním s přetlakem, infekce dýchacích cest, hypnotika a strach. Dalšími charakteristickými patologickými stavy způsobenými výškovou hypoxií jsou mimo jiné podkožní otoky a krvácení do sítnice ve výšce.

Hypoxie také významně zvyšuje riziko poškození chladem (omrzliny a podchlazení), trombóz a embolií (včetně mozkových příhod). Ovlivnění mozkové činnosti hypoxií zvyšuje riziko úrazů a četná neobjasněná úmrtí ve výškách nad 7000 m jsou přičítána tzv. organickému mozkovému syndromu z výšky jako určité formy vyčerpání mozku způsobeného hypoxií .

Akutní horská nemoc (mírná (benigní) forma akutní horské nemoci, acute mountain sickness (AMS), vlastní akutní horská nemoc AHN).

Ve výšce 3500 m onemocní některou z forem horské nemoci 50-75% osob, ve výšce 5000 m pak téměř všichni, jestliže vystoupí rychle, stejně jako pasažéři vlakové linky z Limy do peruánského hornického města Cerro de Pasco ve výšce 4300 m .

Nejčastěji se AHN vyskytuje ve výšce 3000-6000 m. Lze se s ní setkat i v Alpách, kde však bývá jen zřídka dramatickou událostí, neboť horolezec zpravidla sestoupí dříve nebo je zpravidla možný rychlý transport postiženého do nížiny, než dojde k rozvoji úplného obrazu závažných forem. Výjimkou jsou túry, při kterých se horolezci pohybují několik dní po sobě ve výšce kolem 4000 m, jak ukázaly případy vysokohorského otoku plic při přenocování v nejvýše položených alpských chatách.

Je zjištěn významný vztah mezi nízkou HVR a výskytem AHN. Nízká SaO₂ stanovená pulsní oxymetrií může predikovat pozdější vznik AHN.

Příznaky AHN:

Hlavním příznakem mírné formy horské nemoci je **bolest hlavy** (high altitude headache, HAH). Pravděpodobně nejde o projev zvýšeného nitrolebního tlaku, ani nemá vztah k hypoxickému otoku mozku. Uvažuje se o hypoxické vazodilataci, změnách membránové depolarizace a repolarizace, zvýšeném uvolňování neurotransmiterů, zánětlivých mediátorů i jiných noxách a formě migrény či clusterové bolesti, pro jejich překvapivou podobnost.

Poruchy spánku způsobené hypoxií se vyskytují od 3000 m, jsou zkrácené REM fáze a dochází k častému probouzení v souvislosti s periodickým dýcháním, které však samo o sobě není považováno za příznak AHN. Jako další příznaky dle mezinárodní klasifikace (Lake Louise scoring system, 31) se uvádějí: zažívací poruchy (nechutenství, nevolnost, zvracení), únava nebo slabost, závratě nebo pocit na omdlení a v literatuře ještě řada dalších.

Výškový otok mozku (mozková forma AHN, high altitude cerebral edema, HACE)

HACE se vyskytuje od vyšších výšek, zpravidla nad 3500 m, v 1 až 31% a bez léčení může končit smrtí během několika hodin až dvou dnů. Na rozdíl od lehké AHN s bolestí hlavy se otok mozku projeví jednoznačnými neurologickými příznaky: **ataxií** a/nebo **poruchami vědomí** a/nebo **psychickými příznaky**. Není-li HACE včas léčen, stoupá nitrolební tlak, až se zastaví perfúze mozku a herniace mozkové tkáně způsobí smrt. HACE probíhá pod obrazem encefalopatie, ložiskové neurologické příznaky nejsou působeny výškovým otokem mozku, jsou projevem vyskytujících se mozkových příhod, s výjimkou smrtelných případů HACE, u kterých lze téměř vždy nalézt ischemická i hemoragická ložiska.

Výškový otok plic (plicní forma AHN, high altitude pulmonary edema, HAPE)

HAPE se vyskytuje především ve výškách 2500 až 6000 m, v 68% případů mezi 3000 a 4500 m u 5% návštěvníků a častěji. Je nejčastější příčinou smrti při AHN, při léčení kyslíkem v 6%, při neléčeném otoku plic je úmrtnost 44%. Začíná zpravidla druhou noc v nové výšce nebo 4. noc nad 2500 m a může se vyskytnout i zcela nezávisle na AHN a HACE. V 50% smrtelných případů byl zjištěn současný otok mozku.

Je prokázán významný vztah mezi nízkou vitální kapacitou, extrémní plicní hypertenzí (PH) a výskytem HAPE. Kromě PH, podporované účinkem chladu a fyzickou námahou, se v patogenezi HAPE uplatňují nehomogenní hypoxická plicní vazokonstrikce, poškození integrity alveolokapilární membrány a dosud diskutované zvýšení její permeability a další. Účast zánětlivé složky a plicní hemoragie a trombózy jsou považovány za sekundární. Faktory přispívající ke vzniku HAPE jsou: poloha vleže, tělesná námaha, zejména s dýcháním proti odporu, chlad, ageneze větve plicnice, snížená vitální kapacita, retence soli a tekutin. Nelze vyloučit vliv infekce dýchacích cest a plicní mikroembolizace.

Klinický obraz AHN - příznaky AHN

Příznaky AHN lze hodnotit dle tabulky. Pocit nedostatku vzduchu, stísněnosti při pobytu ve stanu, podkožní otoky a noční periodické dýchání s krátkými apnoickými pausami (tzv. Cheyne-Stokesovo dýchání) nejsou příznaky AHN, nýbrž známky nepřizpůsobení výšce. V zásadě je nutné včas věnovat pozornost třem rozhodujícím symptomům: **bolestem hlavy, ataxií a náhlému poklesu výkonnosti** (5).

Bolest hlavy je nejčastější příznak AHN, ve výšce nad 3500 m se vyskytuje u 50-75% příchozích. Je třeba odlišit migrénu, meningeální dráždění (úžeh), dehydrataci. K objasnění se doporučuje hojný přísun tekutin a ibuprofen. Samotná bolest hlavy (ještě) k diagnóze AHN nestačí, musí být přítomen alespoň jeden z dalších příznaků: únava, slabost, nechutenství, nevolnost, zvýšení tepové frekvence o více než 20% nad individuální klidovou hodnotu (5),

námahová dušnost, nespavost, časté noční apnoické pauzy, apatie, retence tekutin: snížená diuréza a periferní otoky.

Ataxie je nejdůležitějším alarmujícím příznakem život ohrožujícího **otoku mozku**. Při podezření ji zjistíme jednoduchým testem „chůze po čáře“. Při pozitivním testu šlape nemocný opakovaně mimo čáru, samotná porucha rovnováhy se nehodnotí. Potřebuje-li při chůzi oporu je diagnóza HACE jistá. Dalšími příznaky jsou úporná, na léky resistantní bolest hlavy, nevolnost, zvracení, závratě, halucinace, světloplachost, poruchy zraku, otok papily, iracionální chování, neurologické symptomy (nystagmus, pyramidové příznaky, hemiparézy, ztuhlost šije, obrny očních svalů), subfebrilie, poruchy vědomí, koma, pokles diurézy pod 0,5 litru. Otok mozku se často vyskytuje současně s otokem plic.

Náhlý pokles výkonu (extrémní únava) bývá počátečním příznakem HAPE. Dušnost je zprvu při námaze, pak i v klidu, je suchý kašel, později je sputum krvavé a zpěněné. Dalšími příznaky jsou **tachykardie**, cyanóza, chrůpky na plicích a distanční chropy, pálení za hrudní kostí, zvracení, horečka do 38,5 °C, vzestup CRP, intolerance polohy vleže, pokles diurézy pod 0,5 litru. **SaO₂ klesá** pod 50 až 60 %. Typický poslechový nález na plicích může chybět v 30%, intersticiální otok se poslechovým nálezem neprojevívá, na druhé straně mohou být chrůpky projevem přechodné fyziologické retence tekutin v plicích po příchodu do výšky.

Léčení AHN

Kyslík

Nejúčinnějším lékem pro všechny formy AHN je **kyslík**. Jeho přísun lze zvýšit sestupem (transportem) do nižší nadmořské výšky, dýcháním umělého kyslíku z tlakové láhve nebo pobytem v přetlakovém vaku. Při HACE a HAPE je sestup (přednostně transport) absolutně nutný a je nadřazen jakékoli jiné léčbě. Smí být odložen jen při extrémním ohrožení. Večer ataktický pacient může být ráno v komatu s infaustní prognózou (5). Pouhé čekání na záchranu bez vlastního úsilí o sestup je čekáním na smrt.

Kyslík zmírňuje plicní hypertenzi, při setrvání ve výšce bez kyslíku je úmrtnost na HAPE 15 krát vyšší než při transportu se současným podíváním kyslíku (48). Zpočátku se podává 6-10 litru kyslíku za minutu do ústupu cyanózy resp. dosažení saturace přes 90%, pak 2-4 litry kontinuálně nebo přerušovaně.

Pacienti v komatu vyžadují intubaci a katetrizaci močového měchýře (jsou-li k tomu podmínky). Hyperventilací lze snížit nitrolební tlak, avšak při již přítomné alkalóze se může zhoršit mozková ischemie.

Přenosná přetlaková komora (Gamow bag, Certec bag)

Ve své dnešní podobě se přenosná barokomora používá od r. 1988. Ve vzduchotěsně uzavřeném vaku s pacientem se pumpováním zvýší tlak (maximálně 220 mb) a simuluje se – dle výchozí výšky – výška 1650 až 4500 m. Po 1-2 hodinách se stav pacienta s HAPE zlepšuje a umožní překlenout interval, než je možný transport (sestup). Po výstupu z vaku se příznaky HAPE okamžitě vracejí. Proceduru lze opakovat. Je k dispozici podrobný návod k zaškolení pro používání přetlakového vaku. Výhoda zařízení ve srovnání s umělým kyslíkem spočívá ve faktu, že kyslík ve vaku nikdy nedojde, pokud se do něj vzduch stále pumpuje. Přesto je pro nejtěžší formy AHN vhodnější podávání kyslíku a léků. Nemocný ve vaku může navíc používat kyslík z láhve.

Přetlakové dýchání pomocí EPAP masky nebo PEEP ventilu může zlepšit výměnu plynů. Dýchání proti přetlaku 5-10 mm H₂O zlepší během 10 minut SaO₂ o 10-20%. Použitelnost je

omezená: je namáhavé, při delším používání byl popsán vznik HACE, vyšší tlak snižuje žilní návrat a srdečný výkon a hrozí barotrauma a krvácení do sítnice. Při krátkodobém použití je důležité pro překlenutí kritického období. Přetlak lze improvizovat:

1. vydechováním přes sevřené rty při současně stisknutém nosu.
2. Pomalým nádechem během 3 sekund, 3 sekundy zadržet dech, 4 sekundy vydechovat, pak normálně dýchat (voluntary positive pressure breathing, VPPB).
3. Nádech po dobu 3 sekund, výdech 7 sekund (pursed-lip breathing, PLB).

Ibuprofen (naproxen) a bolest hlavy

Ibuprofen v dávce 400-600 mg je účinný k potlačení bolesti hlavy ve výšce, preventivní používání však není vhodné pro nežádoucí účinky nesteroidních antirevmatik (ulcerace zažívacího traktu, krvácení do sítnice). Maskuje varovný příznak AHN. Je-li nevolnost a zvracení je výhodné podat nejdříve domperidon (Motilium) či metoclopramid (Paspertin).

Nifedipin (HAPE)

Blokátor kalciového kanálu nifedipin je lékem volby při akutním vysokohorském plicním otoku, přestože oficiálně není pro tento účel určen (AISLP). Rychle snižuje tlak v plicnici, zlepšuje alveoloarteriální kyslíkový gradient a zvýší SaO_2 a přinejmenším zabrání zhoršování HAPE. Dnes jsou k dispozici již jen „retardované“ (přesněji snad různě retardované) formy nifedipinu s doporučeným dávkováním 20 mg p. o., pak při potřebě 20 mg každých 6 hodin.

Dexametazon (těžká AHN / HACE, HAPE)

Syntetický kortikosteroid je lékem volby s prokázaným účinkem pro těžkou AHN a HACE. Stabilizuje hematoencefalickou bariéru a dramaticky zmírňuje příznaky. Při akutním podání jsou jeho vedlejší rizika zanedbatelná. Podává se bez prodlení ústy, lépe však nitrožilně v dávce 8 mg a větší, pak každých 6 hodin 4 mg v tabletách, při bezvědomí i. m. nebo i. v. Lék nelze vysadit náhle, není-li možný transport, osvědčilo se současné uložení do přetlakového vaku. Při HAPE se může prospěšně uplatnit protizánětlivý účinek.

Kombinovaná terapie

se používá u nejasných těžkých forem AHN jako příprava k transportu: dexametazon + nifedipin + kyslík / přetlakový vak. Někteří autoři doporučují přidávat acetazolamid, není však nezbytný a v případě HAPE ohrožuje zhoršením respirační acidózy (5).

Další léky používané při léčení AHN

Acetazolamid (Diamox, Diluran)

V současné době se nepovažuje za vhodný pro akutní formy AHN: u mírné AHN není nezbytný, těžkých forem jsou výše uvedené léky účinnější a bezpečnější. Vznikne-li během užívání acetazolamidu HAPE, je nutné jej vysadit.

Kysličník dusnatý (NO)

Inhalace NO se osvědčila u pacientů s plicní hypertenzí, aplikace v terénu je však problematická. Kyslík a nifedipin rovněž působí vazodilataci a snižují plicní hypertenzi.

Inhibitory fosfodiesterázy-5 (PDE-5, sildenafil, tadalafil)

Rovněž snižují plicní hypertenzi, zlepšují fyzický výkon ve výšce a snižují výskyt HAPE.

Kyselina acetylsalicylová (ASS, Acylpyrin, Anopyrin)

Význam pro výškové horolezectví je sporný, je nutno upozornit, že nekontrolované používání zvyšuje výskyt krvácení v zažívacím traktu, ze sliznice dýchacích cest, do sítnice, v mozku. Jiné léky jsou ve výškách vhodnější a bezpečnější.

Furosemid

Představa o prospěšnosti furosemidu může vycházet z mylného názoru na otok plic jako selhání srdeční pumpy, dále pak z indických studií prováděných v období válečných konfliktů v horách. Furosemid neovlivňuje hypoxickou plicní hypertenzi, potencuje případnou systémovou hypovolémii, podporuje plicní embolizaci a může přispět ke vzniku HACE. V kontrolovaných studiích u pacientů s HAPE SaO₂ nezlepšil.

Jsou zprávy, že by mohl být účinný v léčení hypoxického otoku mozku. V současnosti převažuje názor, že podání diuretik pacientům s HAPE nebo HACE by znamenal nikoli nepodstatný iatrogenní faktor vzniku trombózy.

Osmotická diuretika (mannitol)

Popisuje se krátkodobá účinnost u vazogenního otoku mozku, nejsou zkušenosti u pacientů s AHN a HACE.

Nízkomolekulární heparin (NMH)

Zkušenosti s ovlivněním průběhu HAPE pomocí NMH nejsou. O podání NMH během transportu by se dalo uvažovat u imobilních pacientů s HAPE, u kterých se vyskytuje porucha srážlivosti a riziko embolizace. Na druhé straně jsou známy nálezy diseminovaného petechiálního krvácení do mozku u zemřelých na současný HACE.

Morfin

Účinně snižuje plicní hypertenzi, zmenšuje dušnost, zlepšuje oxygenaci, potlačuje úzkost, a tak snižuje spotřebu kyslíku. Kasuistiky úspěšného použití jsou ojedinělé. Negativními jevy jsou útlum dechu, hypovolémie a pokles krevního tlaku. Při perorální podání útlum dechu nehrozí, teoreticky by bylo možné použití v nouzi, při vyčerpání ostatních možností.

Antibiotika

Nemají vliv na AHN, HAPE ani HACE. HAPE je často provázen horečkou a leukocytózou, a proto přichází v úvahu podání širokospektrého antibiotika jako profylaxe infekčních komplikací.

Vitamin E (tokoferol)

Jsou zprávy, že zmírňuje příznaky AHN.

Vasodilatancia, alfa-blokátory, beta-sympatomimetika (Salmeterol)

Mají mít příznivý účinek na plicní cirkulaci u HAPE: zlepšení clearance, snížení tlaku v plicních kapilárách a utěsnění mezibuněčných prostorů. Jsou předmětem výzkumů.

Sedativa a hypnotika

V období rozvoje aklimatizace podporují vznik AHN a výškových otoků. Po dosažení aklimatizace lze při nespavosti použít moderní benzodiazepinové deriváty (temazepam, zolpidem). K léčení akutních psychotických stavů, které se při výškovém horolezectví nezdá mohou vyskytnout, se doporučuje **haloperidol**.

Digoxin

K použití při AHN, HAPE a HACE není indikace.

Strava bohatá na sacharidy

V rozporu s dřívějšími předpoklady se neprokázal vliv vysokosacharidové diety na AHN, výsledky jsou rozporné.

Přehled opatření při AHN, HACE a HAPE (5)

Mírná AHN

1. Odpočinkový den, případně dočasný sestup do nižšího tábora
2. Ibuprofen, Naproxen

Těžká AHN - HACE

1. Transport do nižší polohy
2. Kyslík (zpočátku vysoký průtok, pak 2-4 litry za minutu)
3. Dexametazon: zpočátku 8 mg, pak každých 6 hodin 4 mg
4. Přetlakový vak

HAPE

1. Transport do nižší polohy
2. Kyslík (zpočátku vysoký průtok, pak 2-4 litry za minutu)
3. Nifedipin retard: 20 mg každých 6 hodin
4. Přetlakový vak
5. Ochrana před chladem

Postup u pacienta v bezvědomí (bez anamnézy)

1. Zhodnocení dýchání
2. Měření arteriální saturace kyslíkem
3. Zhodnocení neurologického stavu
4. Vysoká dávka dexametazonu i. m. či i. v.
5. Kyslík maskou (vysoký průtok)
6. Případně uložení do přetlakového vaku

Léková profylaxe AHN

Touha dosáhnout nejvyšších horských vrcholů za každou cenu vede návštěvníky hor ke zneužívání léků, kterými chtějí kompenzovat rizika výšek, urychlit aklimatizaci, zabránit vzniku horské nemoci a zvýšit tělesnou výkonnost. Až na indikované výjimky jde vlastně o více či méně nebezpečný doping a popření čistého sportovního výkonu.

Acetazolamid (Diamox)

Profylaktické používání acetazolamidu je nesmírně rozšířené. Četné studie prokázaly stimulaci ventilace v klidu i při zátěži, zlepšení výměny plynů, snížení nitrolebního tlaku následkem zvýšené diurézy, zlepšení oxygenace mozkové tkáně pravděpodobně ovlivněním acidobazické rovnováhy (renální kompenzací respirační alkalózy vylučováním bikarbonátu). Zlepšení ventilace a SaO₂ snižuje výskyt nočních apnoických pauz a upravuje spánek. Jako diuretikum má relativně slabý účinek. Účinek acetazolamidu není symptomatický, nýbrž kauzální.

Není pravděpodobné, že by zvyšoval riziko HAPE. Pokud se vyskytnou podezřelé příznaky, je nutné acetazolamid vysadit, neboť by mechanismem inhibice karboanhydrázy potencoval metabolickou acidózou respirační acidózu vyvolanou plicním edémem.

Nejčastější chybou je pokračování ve výstupu při příznacích poruchy aklimatizace (AHN) při současném užívání acetazolamidu, který vzniku HAPE nezabrání.

Doporučená dávka je 2x250 mg, 24 hodin před překročením výšky 2500 m po dobu 2-3 dnů, nejméně však 24 hodin po dosažení definitivní výšky pobytu. Ke zlepšení spánku stačí 125-250 mg asi 2 hodiny před spaním. Použití acetazolamidu v profylaxi AHN schválil úřad US FDA v r. 1983 pro osoby zvláště vnímavé k AHN a pro případy, kdy není z neovlivnitelných důvodů možné dodržet pravidla aklimatizace. V Evropě acetazolamid pro tuto indikaci není úředně povolen.

Vedlejší účinky jsou nepříjemné avšak většinou neškodné: noční polyurie, parestézie prstů, žaludeční a střevní potíže, pachut' nápojů sycených CO₂. Závažná je dekompenzace cukrovky, možná alergie na sulfonamidy a acetazolamid. Při nesnášenlivosti acetazolamidu připadá pro indikovanou profylaxi v úvahu použití dexametazonu.

Kontraindikace acetazolamidu: známá alergie na sulfonamidy, těhotenství, kojení, dětský věk.

Dexametazon

Není prokázáno, že dexametazon podporuje aklimatizaci. Příznivý účinek snad spočívá ve zmenšené propustnosti hematoencefalické bariéry a snížení objemu krve v mozku.

Nelze jej všeobecně doporučit k profylaktickým účelům ani v občas udávané „minimální“ dávce 8 mg denně (4 mg po 6-12 hodinách nebo 2 mg po 6 hodinách či 4 mg po 12 hodinách) pro četné a závažné vedlejší účinky: riziko infekce, peptický vřed, krvácení ze žaludku, dyspepsie, hyperglykémie, poruchy nálady, deprese, těžký „rebound“ fenomén po vysazení.

Kontraindikace: těhotenství, kojení, dětský věk, gastrointestinální ulkus v anamnéze.

V Evropě dexametazon pro tuto indikaci není úředně povolen.

Nifedipin

U osob náchylných ke vzniku HAPE sniží Nifedipin retard podávaný 20 mg každých 8 až 12 hodin extrémní hypoxickou plicní vasokonstrikci. Nelze jej všeobecně doporučit

k profylaktickým účelům, jelikož nejsou zkušenosti s podáváním po dobu delší než čtyři dny.

Vedlejší účinky: reflexní tachykardie, pokles krevního tlaku, bolest hlavy, nevolnost, zvracení, únava, závratě.

Kontraindikace: těhotenství, kojení, dětský věk, gastrointestinální ulkus v anamnéze.

V Evropě nifedipin pro tuto indikaci není úředně povolen.

Kyselina acetylsalicylová (Aspirin, Acylpyrin, ASS)

ASS je neselektivní inhibitor cyklooxygenázy 2, v hypoxii pravděpodobně zmenšuje reakci sympatiku a snižuje vazodilataci v mozku.

Bez ohledu na dávku může mít závažné vedlejší účinky: snížení srážlivosti, zvýšený sklon ke krvácení, krvácení do zaživačihó ústrojí, dyspepsii, poruchu renálních funkcí, akcentaci arteriální hypertenze.

K profylaxi bolestí hlavy ve výšce je nevhodný, nezabrání AHN, HACE ani HAPE.

Theophyllin

Ve středních a velkých výškách nebyly po theophyllinu, na rozdíl od acetazolamidu, pozorovány změny SaO_2 , noční dýchání se však zlepšuje a výskyt poruch spánku a bolestí hlavy snižuje. Lze jej podat v dávce 2x 300-400 mg. Problémem je malá terapeutická šíře a vedlejší účinky (bolest hlavy, závratě, nevolnost, zvracení, tachykardie, dysrytmie, třes a křeče).

Kontraindikace: těhotenství, kojení, dětský věk. V Evropě není pro tuto indikaci úředně povolen.

Salmeterol

Inhalační beta-2 sympatomimetikum salmeterol (Serevent) s dlouhodobým účinkem má snížit riziko HAPE u osob s hypoxicky podmíněnou a/nebo vrozenou poruchou sodíkové pumpy v alveolokapilární membráně. Sartori a spol. (36) jej doporučují podávat 2x2 dávky několik dní před výstupem do výšky.

Nízkomolekulární heparin (NMH)

Dosud nebyly nalezeny klinicky relevantní změny krevní srážlivosti ve výšce a nezdá se, že by se tyto změny účastnily v etiopatogenezi HAPE a HACE. Zvýšené krvácení po NMH by komplikovalo případný úraz, NMH pravděpodobně podporuje vznik krvácení do sítnice a byly prokázány mozkové hemoragie u smrtelných případů HACE. Při podávání delším než tři dny hrozí senzibilizace na heparin a vznik trombocytopenie.

Další léky

Po pentoxyphyllinu (Trental, Agapurin) bylo pozorováno významné zlepšení SaO_2 , pravděpodobně mechanismem zlepšení výměny plynů v plicích.

Selektivní inhibitor karboanhydrázy benzolamid zlepšuje jako acetazolamid ventilaci a snižuje výskyt AHN. Také progesteron stimuluje dýchání, je však sporné, zda ve výšce účinně zlepšuje hypoxickou ventilační reakci. Riziko AHN by měl snižovat tokoferol (vitamin E).

Sildenafil (Viagra) snižuje plicní hypertenzi a mohl by mít profylaktický účinek v patogenezi HAPE. Profylaktický účinek inhalace antagonisty leukotrienových receptorů montelukastu (Singulair) při AHN nebyl zatím prokázán.

Podávání erythropoetinu ve výškách se ukazuje jako velice riskantní pro snížení plazmatického objemu a mozkové perfúze a výrazné zvýšení rizika trombózy. Krevní tlak se často zvyšoval na extrémní hodnoty (TKs přes 300 mm Hg).

Preparáty železa mají význam pro včasné doplnění zásob v organismu ještě před cestou do hor zejména u žen, u nichž lze předpokládat sideropenii. Hladina ferritinu má překročit hodnotu 30 ng/ml, aby byla pokryta zvýšená spotřeba železa při hypoxií stimulované krvetvorbě v průběhu aklimatizace. Současné užívání multivitaminových přípravků by mělo kompenzovat zvýšenou tvorbu volných radikálů při vícetýdenním užívání železa.

Kokain byl dle údajů v literatuře používán ojedinele ke zvýšení výkonů již v počátcích historie horolezectví a představuje v každém případě velmi nebezpečný doping. Jeho účinek je velmi krátký, zvyšuje ventilaci, tepovou frekvenci a krevní tlak, působí euforii, megalomaničtý stav, ztrátu reality a stupňuje riziko nehody.

Amfetaminy mají účinek podobný, působí déle. Zesilují motivaci, zvyšují koncentraci a výkonnost, potlačují hlad a únavu, působí nespavost, třes, pocení, otupělost. Vedou k návyku, zvyšování dávky způsobí halucinace. Abstinenční příznaky po velkých dávkách jsou charakterizovány úzkostí a panikou, po malých dávkách déletrvající depresí a vyčerpáním. Mobilizace autonomně chráněných energetických rezerv může vést ke smrti vyčerpáním.

Sedativa a hypnotika mohou vyvolat AHN a jsou proto v období aklimatizace v zásadě kontraindikována. Místo nich lze použít acetazolamid nebo theophyllin, po dosažení aklimatizace lze použít k usnutí malou dávku temazepamu (10 mg denně, Levaxol).

Kyslík

Trvalé nebo přerušované dýchání umělého kyslíku při výstupu nebo ve spánku aklimatizaci nepodporuje, spíše ji brzdí.

Bylinné extrakty

V posledních letech byl testován výtažek z Ginkgo Biloba (antioxidační, reologický účinek, stimulace tvorby NO), avšak acetazolamid byl v profylaxi AHN účinnější (14). V Jižní Americe se používá koka ve formě čaje či žvýkání, nejsou však známy studie.

Další nejčastěji se vyskytující zdravotní problémy velehorských výšek

Periferní výškové otoky

Periferní podkožní otoky (High Altitude Localised Edema, HALE) jsou ve výšce časté – ve 4200 m v 18% (ženy 28%, muži 14%, 5). Jsou varovným příznakem poruchy aklimatizace. Nejčastěji jsou v obličeji, na ruce, kotnících a nártách. Názory na možný vliv hormonální antikoncepce na retenci tekutin jsou nejednotné.

Léčení: u velkých otoků (znemožňujících vidění) acetazolamid 2x250 mg, nebo nízké dávky furosemidu 1-3x20 mg. Nejsou-li komplikace ani příznaky AHN, není třeba výstup přerušit.

Krvácení do sítnice ve velkých výškách (výšková retinopatie, VR)

Sítnicové hemoragie (high altitude retinal hemorrhage, HARH) postihují naprostou většinu přichozích do vyšších a extrémních výšek. Nad 4000 m se udává výskyt 50-90%, jiní autoři 29% při výpravách na Mount Everest ve výškách 5300 – 8200 m, 56% v 5360 m, ve 4% u 140 trekerů vyšetřených ve 4243 m (Pheriche). Vyskytuje se i krvácení do sklivce, uzávěr centrální žíly a otok papily. Není-li krvácení lokalizováno v oblasti makuly („žluté skvrny“), nijak se neprojeví, jinak má však za následek i trvalou ztrátu zraku. Většinou se však krevní výrony vstřebají do 2 až 8 týdnů a zrak se upraví (42).

Podkladem VR je narušení stěny cév, zvýšení permeability – propustnosti hematoretinální bariéry v sítnici, analogicky jako je tomu u zemřelých na výškový otok mozku, kdy je prokázáno porušení cév v mozku (hematoencefalické bariéry). Na vzniku poškození cév sítnice a jejich praskání se podílí hypoxie s vazodilatací a zvýšeným průtokem krve, hemokoncentrace, sklon ke zvýšené srážlivosti krve a snížená transportní kapacita pro kyslík. Názory na opakované výstupy do výšek po proběhlém krvácení nejsou úplně jednotné, nicméně jakékoli prodělané krvácení je relativní kontraindikací pro další výstupy, krvácení do makuly a jakékoli krvácení spojené s poruchou zraku znamenají absolutní zákaz výstupů do výšek. (Ovšem na Mount Everest vystupují i slepci).

Vztah k AHN je pravděpodobný, varující jsou následující statistiky a souvislosti s výškovým otokem mozku. U 74 % horolezců se ve výšce 4600 – 7200 m vyskytla VR a u 36% z nich výškový otok mozku (HACE). Od výšky 7200 m byl výskyt VR 91%, z nich u 38% HACE. Wiedmann a spol. zjistili u 40 účastníků himálajské výpravy výskyt HACE v 36%, z nich všichni měli VR (46).

Léčení: sestup, při poruše zraku bezpodmínečně nutný, kyslík, doporučují se kortikoidy, neboť 3. a 4. stupeň VR (silně rozšířené žíly sítnice a krvácení o velikosti trojnásobku

průměru oční papily resp. masivně přeplněné žíly s velkými plošnými krevními výrony, krvácení do sklivce nebo otok papily) lze považovat za předzvěst výškového otoku mozku.

Výškový kašel

Za příčinu dráždivého kašle se považuje vysoušení sliznic horních dýchacích cest při hyperventilaci suchého horského vzduchu a sama hypoxie. Obtěžuje pacienta, okolí a může způsobit zlomeniny žeber, indukovat vznik HAPE zvyšováním plicní hypertenze, poškození epitelu inklinuje k infekci. Jsou autoři, kteří tento kašel považují za mírnou formu HAPE („subakutní HAPE“), jiní za zvláštní formu pneumonie či obstrukční bronchiální poruchu s dalším omezením přísunu kyslíku, diskutuje se i o centrálně nervových aspektech.

V profylaxi se uplatňuje snaha o dýchání se zavřenými ústy, ochrana úst před chladem šálou, cucání bylinkových bonbonů. Antitusika se v profylaxi nedoporučují.

Léčení: obvyklá kodeinová antitusika nejsou nejvhodnější pro riziko útlumu dýchání, zhoršení SaO₂ a zvýšení rizika AHN. Doporučuje se noscapin (alkaloid z opia, derivát 1-Benzyl-1,2,3,4-tetrahydroisochinolinu, stimuluje dýchání a má mírný bronchodilatační účinek) v přípravku Capval v dávce 1-1-1-2 dražé (200-300 mg za den) nebo – avšak jen do letoška, nyní pro nežádoucí účinky z trhu stažený – neopioidní clobutinol (u nás Silomat kapky a sirup, až 240 mg denně). Codein působí útlum dýchání až od dávky 90 mg, proto jej v jednotlivé dávce 30 mg podat lze, má účinek analgetická a protiprůjmový.

Trombózy a embolie

Nejsou k dispozici směrodatné statistické údaje, avšak výskyt periferních tepenných a žilních trombóz, plicních embolií a mozkových trombóz je při cestách mimo Evropu častější, než se předpokládá. Dochází k nim během příjezdu, častěji při zpáteční cestě a při výstupech do extrémních výšek. Při trekingu jsou tyto příhody velmi vzácné.

Stoupne-li hematokrit nad 50%, zvýší se významně viskozita krve. V žilách dolních končetin je hematokrit o 50% vyšší než na pažích (15). Riziko trombózy zvyšuje dehydratace, přítomnost křečových žil, trombofilní stavy, vliv chladu, nedostatek pohybu při vynuceném klidu, těsní oděv a další faktory. Trombóza komplikuje AHN a HAPE, není jejich příčinou. Plicní embolie je ve výšce častou příčinou smrti.

Občas pozorovaná akutní slepota v extrémních výškách může být způsobena trombózou žil v sítnici. Transitorní ataky jsou ve výšce relativně časté a nebezpečné. Náhlé oslepnutí nebo obrna vedou k pádu.

Profylaxe: zvýšený přísun tekutin bez ohledu na oslabený pocit žízně, dostatek pohybu, vyvarovat se polohy ve dřepu. Indikace podávání nízkomolekulárního heparinu je sporná, lze o ní uvažovat v případech zvýšeného rizika trombózy, při tromboembolických příhodách v anamnéze v situaci znehybnění a dehydratace. Je ovšem otázkou, zda se má takto handicapovaný jedinec vystavovat dalšími riziku. Zvýšené riziko krvácení při traumatu a vznik krvácení do sítnice (v 5500 m postihuje 50% horolezců, 5), senzibilizace na heparin a trombocytopenie nejsou zanedbatelné faktory.

Prospěšnost podávání kyseliny acetylsalicylové jako profylaktické alternativy není prokázána. V každém případě by zvýšilo riziko krvácení.

Sněžná slepota – keratitis solaris.

Ke vzniku poškození postačí na jaře například čtyřhodinová túra po ledovci bez brýlí. Již po 6-8 hodinách se obnovují odumřelé buňky povrchu fotochemicky poškozené rohovky a stav odezní zpravidla do 24 až 48 hodin, zcela bez následků. Po těžkém poškození rohovky však

světloplachost a bolesti hlavy mohou přetrvávat týdny až měsíce. Při léčení se podávají nesteroidní antirevmatika, anestetikum (Benoxi kapky, Benoxinat AT, Novain AT, 42) lze použít nanejvýše dvakrát po sobě. Lokální kortikoidy se nepoužívají. Otevřená balení mastí, gelů a kapek jsou použitelná nejvýše jeden měsíc. Do lékárníček se hodí jednorázová balení zatavená v umělohmotných ampulích, která mají trvanlivost 3 roky.

Poškození chladem – podchlazení a omrzliny.

Hypoxie zvyšuje vnímavost ke vzniku podchlazení i omrzlin

Herpes labialis

Vyžaduje celkové podávání antivirotik (aciclovir 2-3x500 mg až 2-3x1 g). Lokální aplikace je neúčinná, může způsobit periorální dermatitis a alergizaci.

Lékařské zabezpečení výprav do velehor a posuzování zdravotního stavu

Před cestou do hor je úkolem lékaře posoudit zdravotní stav, stávající onemocnění a zdatnost účastníka, doporučit doléčení patologických stavů včetně ošetření chrupu, poradit při plánování očkování, profylaxi malárie a pojištění léčebných výloh a leteckého transportu pro případ úrazu a onemocnění. Pro pobyt ve výškách je nutné zajistit zásobu léků a zdravotnického materiálu, funkční kyslíkové lahve pro medicínské účely, přenosnou přetlakovou komoru i výcvik všech účastníků v její obsluze. Je užitečné mít sebou pulsní oxymetr. Vzhledem k rizikovosti a zvýšené nemocnosti se zásadně doporučuje osobní účast lékaře obeznámeného s horskou medicínou. Tento požadavek lze bohužel naplnit jen u malého počtu výprav. Konsensus Společnosti horské medicíny a Lékařské komise Českého horolezeckého svazu „o preventivním předepisování léků pro laiky do expediční lékárny“ (34) a analýza právního hlediska podávání léků osobami bez lékařského vzdělání nenahradí diferenciální diagnostiku lékaře v terénu.

Zejména na cestě do hor je důležité dodržování hygienických pravidel při pobytu v tropech, dezinfekce vody, tělesné hygieny a ochrany před slunečním zářením. Hrozí nejen průjmy, nýbrž i „onemocnění z nachlazení“ ze změny klimatu a pobytu v klimatizovaných místnostech, které v následujícím období ohrozí úspěšnost aklimatizace na výšku. Kritické mohou být informace o místním záchranném systému, případném složení kauce pro let záchrannářského vrtulníku a kontakt se zastupitelským úřadem.

Od výšky 2500 m je nutné aktivně a kriticky sledovat průběh aklimatizace účastníků na výšku (tepová frekvence, diuréza, SaO₂, skóre AHN, případně hematokrit). Zdravotní obtíže bývají zpravidla podceňovány i zamlčovány.

AKTUÁLNÍ A DOPLŇUJÍCÍ INFORMACE JSOU DOSTUPNÉ na webových stránkách:

www.horosvaz.cz (stránky Lékařské komise ČHS)

www.horska-medicina.cz, www.rotman.cz

www.theuiaa.org (stránky věnované činnosti Medical Commission)

DŮLEŽITÁ POZNÁMKA K POUŽÍVÁNÍ LÉKŮ LAIKY

Respektujte Konsensus Společnosti horské medicíny a Lékařské komise ČHS, jiná legální možnost neexistuje: <http://www.horosvaz.cz/res/data/021/002364.pdf>.