

VÝBOR HOROLEZECKÉHO SVAZU  
ČESKÉHO ÚSTŘEDNÍHO VÝBORU ČSTV

Zdravotnická komise

**AKLIMATIZACE  
A HORSKÁ NEMOC**

MUDr. Ivan ROTMAN

Písek 1981

Zkušený horolezec má být  
dokonale seznámen s nebezpečím  
velkých výšek stejně dobře  
jako s používáním lana, skob  
a ostatní výzbroje !

/Charles Houston/

### I.kapitola - charakter velehorského prostředí

Charakter velehorského prostředí je určován především nadmořskou výškou, která určuje intenzitu jednotlivých klimatických faktorů působících na lidský organismus:

- 1/ atmosférický tlak
- 2/ teplota vzduchu
- 3/ vlhkost vzduchu
- 4/ sluneční záření
- 5/ ionizace a vodivost vzduchu
- 6/ čistota vzduchu
- 7/ proudění vzduchu
- 8/ gravitace

Váha vzduchového obalu Země působí na její povrch silou, kterou označujeme jako atmosférický tlak/ tlak vzduchu,  $P_{bar}$ . Za normální/ střední / tlak se považuje hodnota, která je v rovnováze s tlakem rtuťového sloupce 760 mm vysokého / t.j. torru, dále jen t / při teplotě 0 st.C na 45.st. severní šířky při hladině moře. Se stoupající nadmořskou výškou se změňuje tloušťka vzduchového obalu Země a  $P_{bar}$  tudíž klesá. Jeho pokles není zcela lineární, v prvních 3 000 m výšky je rychlejší, v 5 700 m dosahuje 50 %, tj. 380 t a na vrcholu M.Everestu / 8 847 m/ 250 t.  $P_{bar}$  se mění s průběhem počasí a takto způsobené výkyvy jsou tím menší, čím výše je položené dané místo. U moře jsou rozdíly nej-

větší, v rozmezí 806 až 665 t, u nás jsou většinou změny o  $\pm$  20 t.

Složení vzduchu zůstává až do výšky 110 km kvalitativně stejné: 21 % kyslíku/dále  $O_2$ , 78 % dusíku a 1 % inertních plynů, kysličníku uhličitého /dále  $CO_2$ / a jiných plynů /příměsí/. Počet molekul plynů v 1 litru vzduchu však klesá - vzduch řídne. Čím více klesá  $P_{bar}$ , tím více klesají dílčí / parciální/ tlaky jednotlivých plynů, které celkový tlak vzduchu vytvářejí, a to ve stejném, výše uvedeném procentuálním složení. Pro člověka je rozhodující pokles parciálního tlaku  $O_2$  / dále  $PO_2$ /.

Řidší vzduch klade menší odpor a snižuje vynakládanou práci při sprintu, sjezdu na lyžích, cyklistice a pod. Při běhu na tři míle ve výši mořské hladiny se 11 % energie spotřebuje na překonávání odporu vzduchu, ve 2 380 m/Mexiko City / jen 8 %. Avšak při výkonech, trvajících déle než jeden minutu se již projevuje nedostatek  $O_2$  ve výšce. Krátkadobé výkony jsou totiž energeticky zajištěny látkovou přeměnou na kyslíkový dluh.

Teplota vzduchu klesá lineárně s výškou přibližně o 6,5 st.C na každých 1 000 m / o 1 st. C na 150 m /, vychází ze zprůměrné roční teploty u moře 15 st. C. Aktuální / skutečná/ teplota však závisí na dalších klimatických faktorech / zeměpisná šířka, vítr, sluneční záření/ a může být ve výškách nad 7 000 m i o 7 st. C vyšší, v 8 000 m o 9 st.C vyšší a v 8 500 m i o 13 st.C vyšší, než jsouypočítané hodnoty. Výkyvy teploty během 24 hodin s výškou vzrůstají.

Obsah vodních par ve vzduchu se s výškou snižuje - vlhkost vzduchu klesá. Při vdechování se vzduch v dýchacích cestách zvlhčuje a ztráty tělesné vody dýcháním, které je ve výšce

intenzivnější se zvyšuje z běžného množství 300 ml až na 1 500 ml denně.

Sluneční záření je v horách intenzivnější a průměrná doba slunečního svitu vyšší. Pohlcování sluneční energie lidským organismem je v 5 790 m/ 350 kcal/m<sup>2</sup>/h/ za jasného počasí o polovinu vyšší než u moře / 230 kcal/m<sup>2</sup>/h/. Závisí na vlastnostech oděvu/ tmavý absorbuje více/, na poloze jedince / na velikosti plochy těla vystavené záření/ a odrazu prostředí, které závisí i na zeměpisné situaci. Albedo sněhu je 75 - 90 %, terénu bez sněhu méně než 25 %. Západní svahy And jsou suché a prašné, východní svahy mají vlhké klima a jsou pokráté lesy. Sníh je i nad 4 000 m řídký a stupeň odrazu záření tudíž nízký.

Důležitou složkou slunečního záření je ultrafialové záření. Ve 4 000 m je 2,5 krát a v 8 000 m 16 krát intenzivnější než u moře. Čerstvý sníh odráží až o 90 %, starý sníh 60 % a tráva jen 9 - 17 % UV záření. Nebezpečí pro člověka spočívá především v možnosti popálení kůže a zánětu očních spojivek a rohovky/ tzv. sněžná slepota/.

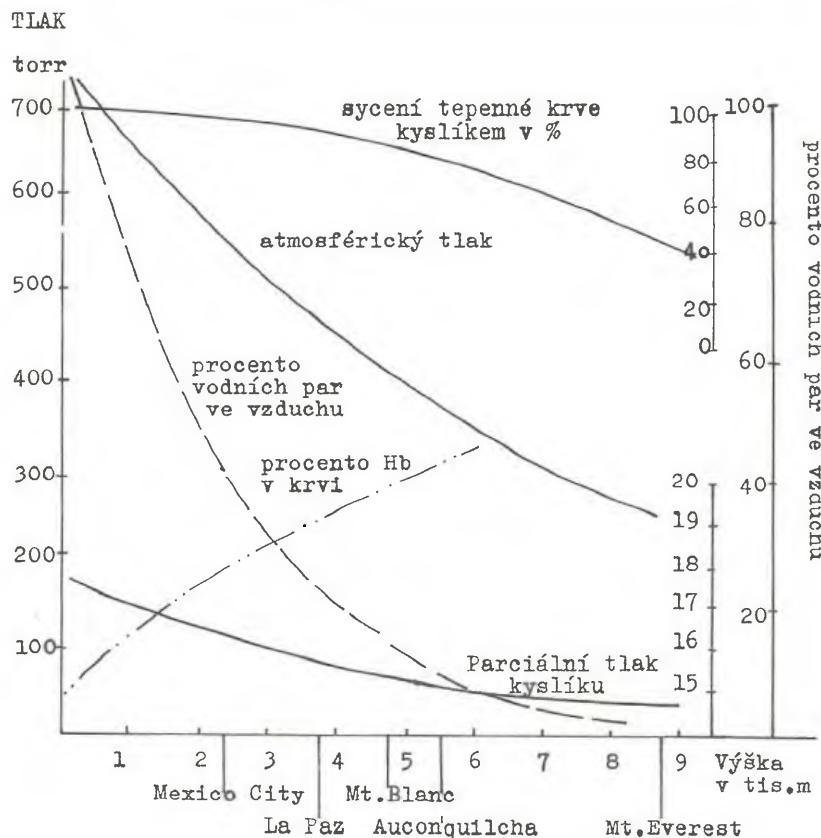
Ionizace a vodivost vzduchu jsou v horách zvýšeny. Ve 3 000 m je ionizační / radioaktivní/ záření 3 krát vyšší než u moře. Jde však o malé dávky a navíc se zdá, že nedostatek O<sub>2</sub> účinek záření snižuje.

Cistota vzduchu. Množství škodlivých příměsí, včetně koncentrace bakterií s výškou klesá. Nad 5 00 m n.m. jsou bakterie relativně řídké. Ve 3 450 m/ Jungfraujoch, r. 1964/ byly v 31 vzorcích vzduchu při filtraci po dobu 190 hodin nalezeny 4 bakterie. Jde o vliv intenzivního slunečního záření.

Silnější proudění vzduchu / vítr/ ve výšce zvyšuje účinek chladu, ztráty tepla i tekutin. Ke zvýšenému riziku podchlazení a omrzlin přispívá i nedostatek kyslíku.

Se stoupající výškou /a zvětšující se vzdáleností od středu Země /se snižuje gravitace. Tento fakt má význam v některých atletických disciplínách: skoky, vrhy, hody.

Vliv změny výšky na atmosférický tlak/ $P_{bar}$ /, parciální tlak  $O_2/PO_2$ /, sycení tepenné krve kyslíkem / $SaO_2$ /, koncentraci hemoglobinu v krvi/Hb/ a procento vodních par ve vzduchu.



## II. kapitola - transport kyslíku v organismu

Zdrojem energie pro činnost tělesných orgánů a život celého organismu je spalování /oxidace/ živin /cukrů, tuků a bílkovin/, získávaných z potravy, v procesu látkové přeměny /metabolismu/ za přítomnosti  $O_2$ . Živiny jsou v buňkách přeměňovány na energii, vodu a  $CO_2$ . Nepřetržitý přísun  $O_2$  a odstraňování  $CO_2$  je zajišťován řetězem čtyř transportních systémů:

- 1/ dýchání /ventilace/
- 2/ difuze v plicích - přechod  $O_2$  z plicních sklípků do krve a přechod  $CO_2$  opačným směrem
- 3/ perfuze - transport  $O_2$  krví z plic k orgánům a  $CO_2$  opačným směrem
- 4/ tkáňová difuze - přechod  $O_2$  z krve do tkání a  $CO_2$  opačným směrem

Již z označení jednotlivých transportních systémů je zřejmé, že pohyb  $O_2$  a  $CO_2$  není aktivním dějem, nýbrž podléhá obecným fyzikálním zákonům: proudění plynů dle tlakového spádu /ventilace a perfuze/ a překonávání odporu membrán v plicích a ve tkání dle zákona difuze a rozdílu parciálních tlaků /gradientu/.

Aby se k buňkám dostalo co nejvíce  $O_2$ , resp. aby se  $O_2$  dostal k buňkám pod nejvyšším možným tlakem, snaží se organismus reakcí všech transportních systémů snížit pokles  $PO_2$  na jednotlivých stupních přenosu kyslíku na minimum. Spád  $PO_2$  na cestě z vdechovaného vzduchu k buňkám nazýváme kyslíkovou kaskádou.

## 1. V E N T I L A C E

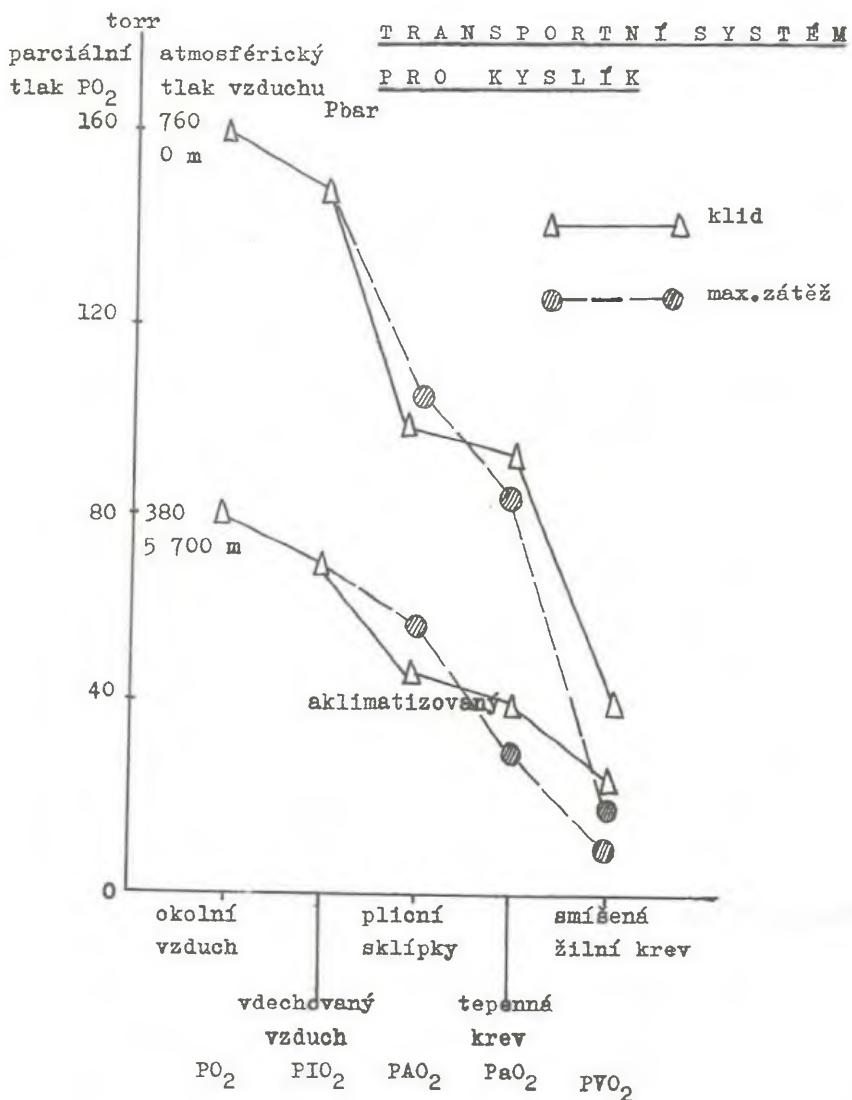
Ve vzduchu při hladině moře /760 t/ činí  $PO_2$  /dle svého podílu na složení vzduchu /21% ze 760 t,tj.160 t. Při vdechování se vzduch sytí vodními parami,které vytvářejí tlak 47 t,takže  $PO_2$  ve vdechovaném vzduchu / $PIO_2$ / je 21% ze 760 minus 47,tj. přibližně 150 t.Po smísení vdechovaného vzduchu se vzduchem v plicních sklípcích /  $PAO_2$ / 100 torrů.

V 5 700 m je  $PO_2$  poloviční,tj.80 t.Vzduch obsahuje v jednom litru jen poloviční množství molekul  $O_2$ .Pokles  $PO_2$  následkem zvlhčení vdechovaného vzduchu nelze změnit /jde o fyzikální zředění vodními parami/,takže  $PO_2$  klesne v této výšce také o 10 t a  $PIO_2$  je 70 t.Tím,že se prohloubí dýchání,vyměňuje se vzduch v plicních sklípcích rychleji a do plic se dostane více molekul  $O_2$ .Současně se vydýchá více  $CO_2$  a klesne jeho množství/tlak,  $PCO_2$ / v plicích i v krvi.Pokles  $PAO_2$  není 50 t jako při hladině moře,nýbrž jen asi 25 t.

## 2. P L I C N Ý D I F U Z E

Při přechodu /difuzi /  $O_2$  přes stěny plicních sklípků a vlásečnic / alveolokapilární membrána / do krve klesne  $PO_2$  při hladině moře o dalších 6 až 10 t na  $PaO_2$  okolo 90 t.

Přestup  $O_2$  přes alveolokapilární membránu závisí i na prokrvení plic. Při nedostatku  $O_2$  se zvyšuje tlak v plicním oběhu,lépe se prokrvují oblasti plioních hrotů a tak se zvětšuje plocha,přes kterou difunduje  $O_2$  z plicních sklípků do vlásečnic.

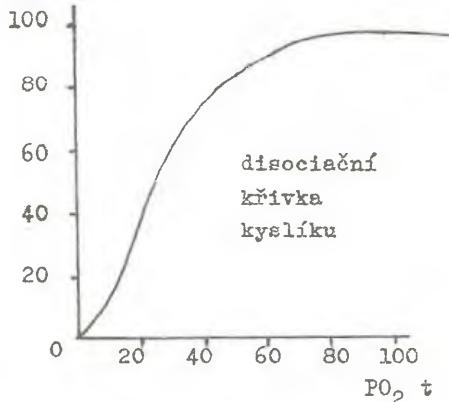


### 3. P E R F U Z E

Je závislá na vlastnostech krve a funkci krevního oběhu. V krvi se  $O_2$  váže na krevní barivo červených krvinek/hemoglobin, Hb/. Nasycení Hb kyslíkem, jeho saturace/ $SaO_2$ / závisí především na  $PO_2$ .

Tuto závislost vy-

saturace  
kyslíkem v %



jadřuje tzv. disociační křivka kyslíku. V oblasti  $PO_2$  50 až 100 t je  $SaO_2$  87 až 97 % a Hb se snadno a rychle slučuje s  $O_2$ . V oblasti nízkých hodnot  $PO_2$  ve vlásečnicích a ve tkáních /střední část křivky/ Hb naopak kyslík snadno uvolňuje/odevzdává/.

Možnosti zvýšení množství kyslíku přenášeného krvi z plic do tkání jsou :

a/ zvýšení počtu červených krvinek resp. koncentrace Hb.

I když  $SaO_2$  s výškou klesá, stoupne vazebná kapacita krve pro  $O_2$  / 1 ml krve přenese více  $O_2$ /. Má-li krev u hladiny moře obsah 15,3 g Hb/100 g krve, obsahuje při nasycení na 97 % 20,6 objemových %  $O_2$ . V 5 700 ml při 22,9 g Hb ve 100 g krve je sycení krve jen 80%, ale krev obsahuje 30,8 obj.%  $O_2$ , takže přenese o polovinu více kyslíku.

b/ zvýšení srdeční činnosti, tj. množství krve využívané srdcem dle oběhu za jednotku času/minutový

objem srdeční / zajistí zvýšené prokrvení pracujících orgánů. Mění se i distribuce objemu krve do jednotlivých orgánů. V klidu klesá prokrvení kůže o 30 až 60 % ve prospěch prokrvení srdečního svalu, mozku, jater a ledvin.

#### 4. T K Á N O V Á D I F U Z E

Přestup  $O_2$  z krve, z vazby na Hb do tkání je umožněn tvarem disociační křivky v její střední části. Ve tkáních je  $PO_2$  20 a méně torrů, takže tlakový gradient je zajištěn. Odevzdání  $O_2$  z Hb je zvýhodněno i dalším mechanizmem - tvorbou 2,3 - difosfoglycerátu v červeňových krvinkách při nedostatku  $O_2$ . To má za následek posun disociační křivky doprava a menší stabilitu okysličeného Hb. Ve tkáních se tvoří nové vlásečnice a jejich zvýšená hustota zmenšuje difuzní vzdálenost  $O_2$  k buňkám. Ve svalech se zmražuje myoglobin schopný vázat  $O_2$  i při nízkém  $PO_2$ . Zvyšuje se účinnost buněčných enzymů, látkové přeměny a využívání kyslíku buňkami.

#### III. kapitola - stadia aklimatizace

Ke změnám, které přizpůsobují transportní mechanizmy pro kyslík jeho nedostatku ve vdechovaném vzduchu, dochází ve třech fázích :

- V počáteční fázi /iniciální, vagotonní/, která vzniká ve výšce nad 2 000 m
- a/ se snižuje srdeční frekvence
  - b/ klesá množství krve vypuzované srdcem/minutový objem srdeční

- c/ zvyšuje se napětí tepen /vazokonstrikce / a stoupá krevní tlak.
- d/ Dýchání se prohlubuje již během prvních hodin a zvýšení minutového dechového objemu / hyperventilace /, měřitelné od 2 500 ml, je ve 3 000 ml 25% a ve 4 500 ml v 1. týdnu pobytu 50 %. Frekvence dechu v klidu se nemění až do výše 6 000 ml. Zvýšení dechové činnosti trvá po mnoha týdnů. PAO<sub>2</sub> je vyšší než by teoreticky odpovídalo dané výšce. Současně dochází ke snížení PCO<sub>2</sub> v krvi / hypokapnii / a posunu pH krve na zásaditou stranu / alkalóza /. Alkalóza je postupně kompenzována vylučováním bikarbonátu ledvinami.
- e/ Množství červených krvinek v jednotce objemu krve se začíná zvyšovat již po 2 hodinách příchodu do výšky 4 200 m, ale během 1. až 2. týdne jde o snížení podílu plazmy o 15 až 20 %, takže koncentrace cirkulujícího Hb se zvýší o 1 až 2 gramy ve 100 ml krve.
- Ve výšce 3 000 m až 4 000 m jsou tyto příznaky zretečlivé i subjektivně. Dostavuje se únava, zívání, zapomětlivost, slabost, pocity závrati. U citlivějších, zvláště mladších se může objevit zvracení a kolapsové stavby. Délka trvání této fáze je různá. Ve 2 000 m odezní za 1 hodinu, ve 4 500 m trvá až 8 hodin.
- Druhá fáze / sympatikotonní, amfotonné / se projevuje všeobecně zrychlenými vegetativními funkcemi. Tato fáze se též označuje jako akomodace na hypoxii/nedostatek O<sub>2</sub> /, a její příznaky lze zmírnit podáváním kyslíku.
- Zvyšuje se srdeční frekvence, stoupá minutový dechový objem a stoupá tvorba červených krvinek.
- Subjektivně je pocit neklidu, bolesti hlavy a nespavost. Tělesná výkonnost je snížena. Tato fáze trvá hodiny až dny a se zvyšující výškou se prodlužuje.

Třetí fáze / vazocholinergní / je stadium ukončení přizpůsobovacích pochodů - aklimatizace.

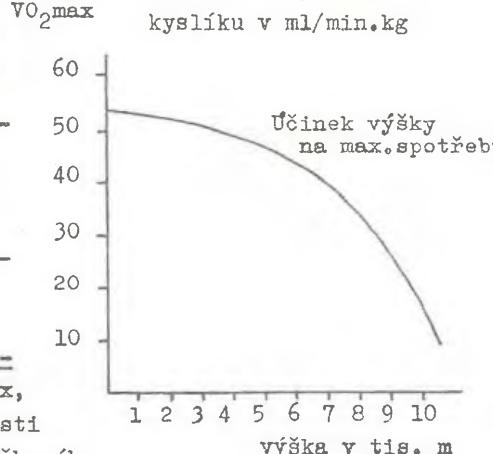
- a/ Srdeční frekvence se opět snižuje, minutový objem srdeční se normalizuje.
- b/ Po 40 až 50 dnech pobytu nad 5 000 m je dosaženo stálého množství červených krvinek. S dalším vzestupem výšky se jejich množství dále nezvyšuje, Jakmile se tak zlepší transportní kapacita krve pro kyslík,
- c/ dechová činnost poněkud klesá, ale zůstává stále vyšší než u hladiny moře.
- d/ Cévy se rozšířují / vazodilatace/ a otevření více kapilár zkracuje vzdálenost pro difuzi  $O_2$  k buňkám. Zvyšuje se prokrvení srdce a jater. Cévní odpor i krevní tlak klesají.
- f/ Srážlivost krve se zmenšuje/ někteří však prokazují experimentálně zvýšení srážlivosti/, a tak se kompenzuje zahuštění krve a zatížení srdce.

Stadium ukončení aklimatizace trvá několik měsíců a pro výšky nad 6 000 m nemá neomezené trvání. Po 5 týdnech pobytu ve vyšších výškách se fyzická výkonnost opět zhoršuje.

#### IV. kapitola - výškové zóny

Podle účinku stoupající výšky na lidský organismus lze rozlišit následující zóny:

1. Výška do 1 000 m je zóna indiferentní. V této výšce nelze u člověka zjistit reakci na nedostatek  $O_2$ : dýchání ani oběh se nemění.

2. Do 2 000 m  
sahá zóna prahuových reakcí.
- Lze registrovat první změny, které v organismu probíhají/příznaky stresu/. Pokles výkonnosti je patrný již v 1 200 m a maximální spotřeba O<sub>2</sub>/ V<sub>O<sub>2</sub></sub> max, měřítko výkonnosti či zdatnosti oběhového a dýchacího systému / klesá o 3,2 % na každých 300 m výšky od 1 500 až do 6 600 m. Ve 2 000 m se zhoršuje noční vidění a je mírná dušnost při námaze.
- 

3. Nad 3 000 m je zóna dráždění. Tato oblast, ve které žije na světě trvale asi 25 milionů lidí je arbitrárně nazývána oblastí velkých výšek /"High altitude" /. V této výšce je rozdíl mezi PAO<sub>2</sub> a PaO<sub>2</sub> příliš nízký a během styku tepenné krve s alveokapilární membránou v plicích při velké fyzické zátěži /jen 0,5 sekundy/ nelze dosáhnout dostatečného sycení hemoglobinu kyslíkem. Maximální spotřebu O<sub>2</sub> nelze při aklimatizaci zlepšit. U běžců byla ve 3 090 m snížena o 15 až 20 %. Dušnost při námaze je ve 3 300 m výrazná. U lidí, kteří nejsou aklimatitováni se mohou objevit první příznaky horské namoci. U naprosté většiny lidí jsou příznaky související s výškou / nedostatkem kyslíku/.

4. Od výšky 4 000 m až 5 000 m je zóna poruch.

Aklimatizace na výšky do 4 000 m je u mladých a zdravých relativně rychlá a nevyžaduje speciální trénink, i když maximální výkony v prvních 48 hodinách nelze doporučit. Klesají duševní schopnosti/myšlení, paměť, vůle/, bývají poruchy afektivnosti a soudnosti, jejichž kombinace s vyskytující se euporií jsou nebezpečné. Příznaky horské nemoci bývají výrazné. Hranice trvalého pobytu lidí ve výšce je asi 5 300 m/hornická osada Auconquilcha v Andách leží v 5 300 m/.

5. Výška nad 5 800 m se arbitrárně označuje jako extrémní výška.

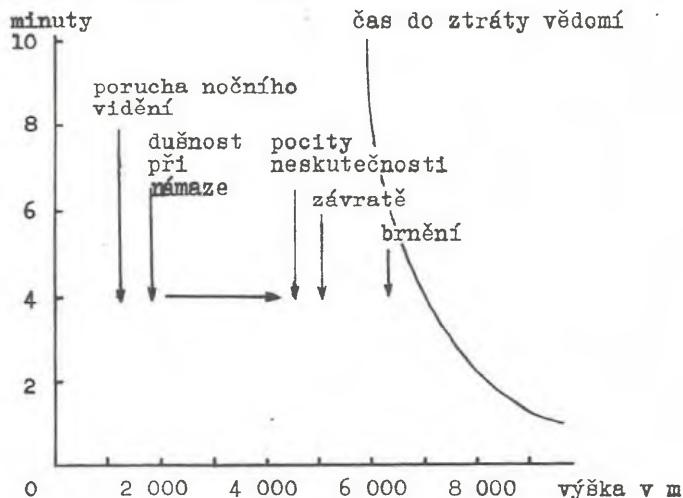
Horníci pracující v Andách v této výšce zde odmítají ze zdravotních důvodů trávit noc a vracejí se každý večer do svých domovů. Zde tedy leží hranice přizpůsobovacích schopností a možností člověka, hranice aklimatizace. Nad touto výškou jde o změny spíše patologické než fyzilogické a duševní a fyzický stav se zhoršuje /"high altitude deterioratorium"/. Stupňuje se nechutenství, pokles váhy, dušnost, bolesti hlavy, nevolnost a zvracení. Těžká práce výrazně vyčerpává a pracovní činnost je nutné omezit na 6 hodin denně. Narušuje se vstřebávání živin ve střevě a zpomalení obnovy glykogenu ve svalech vede k neschopnosti zotavit vyčerpání.

Učastníci expedice na Makalu v r. 1960 - 1961 žili v této výšce 5,5 měsíce a při výstupu na vrchol byli na tom hůře než čerstvě aklimatizovaní / 1 měsíc /.

Okolo 6 000 m se objevuje cyanóza, omezení zorného pole a poruchy koordinace.

### ÚČINKY AKUTNÍ VÝŠKY

/v podtlakové komoře /



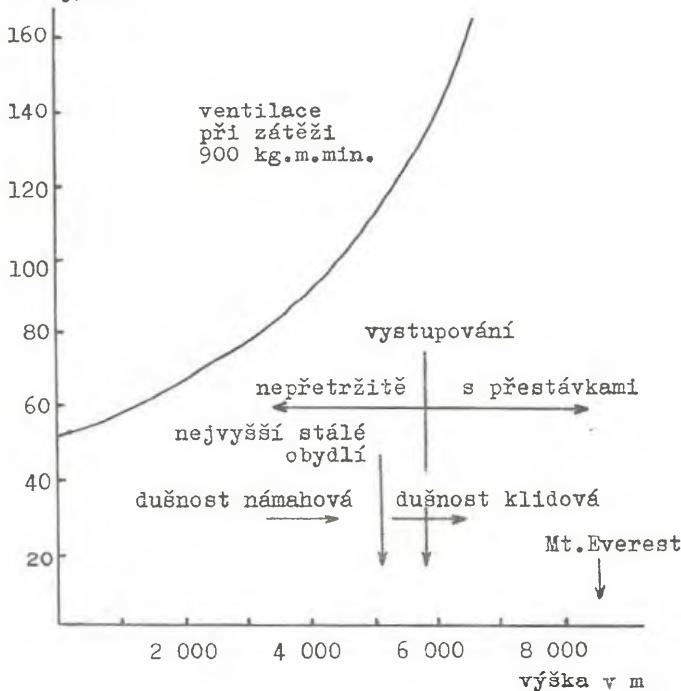
6. Ve výškách 6 700 - 7 900 m se objevují duševní poruchy, je to tzv. kritická zóna. Nad 7 000 m je dosaženo kritického parciálního tlaku kyslíku v plicních sklípcích /PAO<sub>2</sub>/ 30 torrů, při kterém neaklimatizovaný ztrácí během několika minut vědomí. Pracovní schopnost je snížena, rutinní nenamáhavé výkony lze provádět bez potíží, ale iniciativa je snížena a jsou stavy slabosti a úplného vyčerpání.
7. Výška nad 8 000 m se označuje jako zhoubná zóna /"deterioration zone", dle Wyss Dunanta: 7 800 m /. V této výšce je pobyt člověka omezen na hodiny až dny. Ztrácí se kritičnost, objevují se halucinace, dochází k riskování. Jednotlivé výkony vyžadují mnohem delší dobu, je obvyklý psychický útlum. Možnosti tr-

valého poškození mozku při pobytu nad 8 000 m bez použití O<sub>2</sub> /zhoršená paměť, změny osobnosti, chronické deprese /nelze však potvrdit, ani vyloučit. Je ale popsáno i přežití černého pasažera v letadle po 9 hodinách letu v 8 840 m s poklesem teploty na -6 st.C.

U dobře aklimatizovaných se zóna dráždění přesouvá nad 5 000 m.

Ú Č I N K Y    D L O U H O D O B É H O    P O B Y T U  
A    A K L I M A T I Z A C E

litry/min



Poznámka ke grafu na straně 15 : Křivka dechové práce při výkonu 900 kg.m.min./odpovídá spotřebě  $O_2$  1,5 litru/min., který je optimální intenzitou námahy při výstupu, ukazuje, že při hladině može stačit ventilovat 50 l/min. Se stoupající výškou se musí pro daný výkon ventilace zvýšit tak, aby pracujícím svalům bylo dodáno stejné množství  $O_2$ / pro daný výkon je spotřeba  $O_2$  vždy stejná - nezávisí na výšce/. V 6 300 m je tedy nutno ventilovat 160 l/min. Ve skutečnosti však člověk již schopen vystupovat bez přestávek od výšky 5 400 m - 5 700 m a přechází k přerušovanému způsobu výstupu s přestávkami, ve kterých má možnost splatit kyslíkový dluh. Je to ekonomičtější, protože při velmi pomalém výstupu se spotřebuje příliš mnoho energie na udržení rovnováhy mezi jednotlivými kroky.

#### V. kapitola - aklimatizace a adaptace

V názvosloví přizpůsobovacích změn, které probíhají v organizmu ve výšce, se setkáváme se dvěma termíny : aklimatizací a adaptací.

Aklimatizací rozumíme přivyknutí nebo přizpůsobení novému, cizímu prostředí, předtím nezvyklému a zdánění v tomto prostředí. Je vlastností nebo změnou určitého živočišného druhu a v rámci určitého druhu i vlastností nebo změnou určitého jedince. Jsou to nestálé/ reverzibilní/, nedědičné změny ve struktuře /anatomii/ nebo ve funkci/fyziologii/ organizmu, které umožňují přežití v cizím prostředí. Tyto změny jsou plně vyvinuty u stálých obyvatel velkých výšek/Quechua,

Serpové/ a tvoří tzv. přirozenou aklimatizaci.

Adaptace znamená přizpůsobení organizmu, které je vyvoláno životním prostředím během vývoje určitého živočišného druhu /během fylogenetického vývoje/. Vzniká pozvolnými změnami anatomických a fysiologických vlastností organismu. Jde o rozvoj anatomických a biochemických znaků, které jsou založeny geneticky a jsou dědičné. Vznikají v procesu přírodního výběru.

Ve velkých výškách se tedy setkáváme s těmito projevy přizpůsobení:

1. Stálí obyvatelé velkých výšek jsou na nízký parciální tlak  $O_2$  přirozeně aklimatizování, neboť se v tomto prostředí již narodili. Aklimatizace u nich vzniká během jejich života v dětství /v ontogene-tickém vývoji/. Konstituce narozených ve velké výšce je zásadně etnického původu. Na tomto základě se vytváří obraz aklimatizace a částečné adaptace na výšku /tvar hrudníku a vyšší difuzní kapacita plic/.

Charakteristické znaky aklimatizace: snížení tlakových gradientů v kyslíkové kaskádě, hyperventilace, vyšší hematokrit a vyšší počet erytrocytů, vyšší hladina 2,3-DPG v erytrocytech, posun disociační křivky oxyhemoglobinu doprava, zvětšená karotická tělíska, muskularizace terminální části plicního řečiště s vyšším tlakem v plicnici a hypertrofie pravé komory srdeční.

2. Lama je představitelem zvířat, která jsou přirozenými obyvateli velkých výšek a jsou na toto prostředí adaptována. Princip adaptace je jiný: jejich Hb se váže s  $O_2$  snadněji a při nízkém  $PO_2$  ve vzduchu se dosahuje vyššího sycení krve. Zvýšená afinita Hb k  $O_2$  nesnižuje jeho odevzdávání ve tkáních. Následkem toho

není hyperventilace, hematokrit a hladina Hb je nízká, červené krvinky jsou malé a jejich větší počet znamená větší povrch a účinnější kontakt s  $O_2$  v plicích, v červených krvinkách se nevyskytuje 2,3.DPG, není plicní hypertenze ani hyper-trofie pravé komory srdeční.

3. Příchozí do velkých výšek reagují na změnu prostředí výše uvedenými změnami / II.aIII.kap/ , zvláště zvýšenou dechovou činností/hyperventilaci/ a zvýšením srdeční činnosti.Tyto reakce jsou nazývány akomodačními , nevytvářejí však aklimatizaci a mohou organismus vyčerpat.Nelze je však směšovat s příznaky horské nemoci.U většiny zdravých příchozích se postupně rozvíjí získaná aklimatizace.Pokud dojde k přesídlení do výšky v období tělesného vývoje.tj.do 12 až 16 let věku, rozvinou se podobné znaky jako u stálých obyvatel: vyšší spotřeba  $O_2$ , zvětšený objem hrudníku , vyšší plicní objem,zvětšení pravé komory srdeční, udržování vysoké periferní teploty kůže.Ventilace je ve srovnání s příchozími nižší a rozdíly jsou zachovány i po čtyřech letech pobytu v nížině.

Je lákavé považovat všechny změny u aklimatizovaného za prospěšné, ale ve skutečnosti jsou některé pouze odpověď tkání na nedostatek  $O_2$  bez ohledu na to, zda jsou v prostředí velkých výšek výhodné či nikoli.Odchylka, spočívající ve snadnějším slučování Hb s  $O_2$ , která se vyskytuje vzácně u některých jedinců / Hb Andrew-Minneapolis s vyšší afinitou k  $O_2$ /, zvaná nevýhodu/nižší výkonnost/ v nížině, ale ve velké výšce je výhodná /preadaptace na výšku/.Při transpor-tu  $O_2$  v organismu je vyšší afinita Hb výhodnější než

nižší, i když se zhorší odevzdávání  $O_2$  ve tkáních. Rozhodující je sycení krve v plicích. Není důvod, proč by měl člověk na výškový nedostatek  $O_2$  reagovat výhodně nebo přiměřeně, jestliže se během svého vývoje /fylogenetického/ s touto situací nesetkával. / v Andách byly nalezeny kostry lidí staré 9 500 let/ Nadměrné projevy některých reakcí na výšku mohou vést ve skutečnosti ke ztrátě schopnosti snášet výšku, tj. ke ztrátě aklimatizace a k onemocnění horskou nemocí. U stálých obyvatel má tato nemoc vleký průběh -chronická horská nemoc / Mongeho choroba/, u příchozích vzniká akutní horská nemoc. Zvýšení počtu červených krvinek, které znamená zvýšenou transportní kapacitu krve pro  $O_2$ , vede k zahuštění krve a ke zvýšenému riziku žilních zánětů, trombóz a omrzlin. Prohloubené a případně i zrychlené dýchání v prostředí s nízkou vlhkostí vzduchu přispívá ke vzniku nemoci dýchacích cest a zvyšuje ztrátu vody, a tak dochází k dalšímu zahuštění krve. Nad kritickou hodnotu hematokritu /tj. poměru objemu červených krvinek a plazmy v krvi/ 75 % se transport  $O_2$  snižuje, protože se zpomaluje tok krve.

#### VI. kapitola - horská nemoc / dále HN /

Od příznaků okamžité odpovědi organismu na nedostatek  $O_2$  ve výšce, jako jsou dušnost při zvýšené dechové činnosti a bušení srdce při zvýšení srdeční činnosti, je třeba odlišit příznaky HN. Příznaky přizpůsobovací reakce jsou intenzivnější při tělesné námaze a lze je mírnit podáváním  $O_2$ .

HN vzniká u vnitavých osob během 4 - 96 hodin po příchodu do výšky nad 3 000m, nejčastěji kolem 5 000 m.

Má tři formy : akutní HN, otok plic a otok mozku.

Podstatou HN jsou poruchy v přesunech vody a solí v organismu následkem nedostatku  $O_2$ ./ hypoxie/ .

Hypoxie narušuje mechanismus buněčné membrány - - sodíkovou pumpu, která odčerpáváním sodíku z buněky udržuje normální rozdělení vody mezi nitrobuněčnými a mimobuněčnými prostory. To má za následek vstup vody do buněk /množství přítomné vody je závislé na koncentraci minerálů, zvláště sodíku, které vodu váží/ a jejich bobtnání,otok. Sama hypoxie navíc působí rozšíření cév, včetně cév v mozku/s vyjímkou plciňho řečiště/ a zvýšený průtok krve a otok buněk působí zvýšení tlaku uvnitř nepoddajné lebky. Dle Pascallova zákona způsobují malé změny objemu velké změny tlaku. Útlak mozku pak působí příznaky horské nemoci a při vyšším stupni otoku i příznaky otoku mozku a smrti.

Přesný mechanismus otoku plic není znám, pravděpodobně jde o kombinaci účinků více faktorů: vlivy z centrální nervové soustavy působené vyšším nitrolebním tlakem, zvýšení tlaku v plciňi tepně, přesun krve z velkého do malého oběhu a jeho přetížení, blokáda plciňních vlásečnic /otok buněk výstelky cév ?, srážení krve ?/ a přestup tekutiny z plciňních vlásečnic do plciňi tkáně /protržení alveolokapilární membrány ?, roztažení mezer mezi buňkami ?/. Ve tkáni mezi plciňními sklípkami se hromadí tekutina, kerou mizní cévy nestačí odvést zpět do oběhu /intersticiální edém / a postupně se začíná hromadit tekutina i v plciňních sklípcích /alveolární edém/. Otok brání difuzi  $O_2$  a stav se dále zhoršuje.

Výskyt HN se udává mezi 0,1 až 8,3 %. Tiže nemoci je též velmi variabilní. Mohou předcházet snížení tvorby moči /diurezy/ a nepravidelné dýchání. Nespecifické příznaky HN jsou bolest hlavy, nechutenství, nevolnost, zvracení, nespavost, neobvyklé "živé sny", závratě, poruchy koncentrace, nechuť k práci, snížená výkonnost a pocity slabosti. Těmito příznaky se však může projevovat i reakce na příchod do výšky.

Charakterističtější jsou pro HN následující prověry :

1. bolest hlavy, která neustupuje poběžných léčich proti bolestem hlavy
2. klidová dušnost
3. klidové bušení srdece
4. nepravidelné nebo periodické dýchání
5. otoky /dolní končetiny, obličeji/

Trvání příznaků HN je 2 až 5 dní, ale úplná úzdrava trvá déle. Při sestupu se příznaky zmírňují.

Až do roku 1950 byla každá nepřiměřená dušnost ve výšce považována za zápal plic, avšak ve většině případů šlo o těžší formu HN - otok plic. Vzniká většinou během 3 až 48 hodin po výstupu nad 3 000 m, nejčastěji v noci. Mnoho případů vznikne až do 10 dnů. Výskyt se udává mezi 0,57 až 15,50 %. Podezření na tento stav musí vzniknout, jestliže se příznaky reakce na příchod do výšky během několika dnů nelepší. Otok plic se projevuje:

1. zprvu suchým a dráždivým kašlem, později vykašláváním zpěněného, případně i krvavého hnenu
2. velkou dušností v klidu a v poloze vleže
3. tlakem a bolestí v srdeční krajině
4. Kůže je bledá, chladná a lepkavá jako při šoku
5. rty a okrajové části těla zmodrají /cyanóza/.

6. Jsou bolesti hlavy,zvracení,mohou být i zvýšené teploty do 37,8 st.C.,ale i vyšší.  
Nejzávažnější formou HN je otok mozku.Projevuje se:  
1. nesnesitelnými bolestmi hlavy,prudce se zhoršujícími  
2. zvracením  
3. duševními poruchami:od změn chování a halucinací až k apatii  
4. nervovými příznaky:zhoršené,nebo dvojité vidění,nešikovnost prstů,poruchy řeči,nesouměrnost obličeje,obrny,poruchy chůze,poruchy vědomí,poruchy dýchání / Cheyne-Stokesovo dýchání/ a v pokročilém stadiu bezvědomí.

Vzniká zřídka pod 3 700 m,ale byl popsán smrtelný průběh ve 3 050m i 2 500 m.

V průběhu pobytu ve výšce může dojít ke krvácení do sítnice,které nemusí být provázeno příznaky HN,ani jinými potížemi.Zvýšení prokrvení sítnice,rozšíření jejich cév i zvýšené vinutí cév lze ve výšce nad 5 000 m hodnotit jako normální odpověď organismu na výškovou hypoxii.Ve 33 až 66 % však dochází navíc ke krvácení ze sítnicových cév.Může být vyvoláno zvýšením tlaku v cévách /při sehnutí,zvedání břemen,při kašli,průjmu a jiné námaze/Pokud dojde ke krvácení v oblasti centrálního vidění,vznikají poruchy zrakové ostrosti a výpady zorného pole,snad i trvalého rázu.Samotné krvácení bez poruchy zraku nemusí být důvodem k sestupu.Při poruchách zraku je však sestup nutný.Na základě dosavadních znalostí nelze rozhodnout,zda je opakováný výstup po vyléčení vhodný či nikoliv.

## VII.kapitola - faktory přispívající ke vzniku horské nemoci

Vnímavost k HN je individuální:někteří mohou vystoupit nad 1 800 m až 2 100 m jen po aklimatizaci, jiní od úrovně moře přímo do 2 700 m a pokračují výše rychleji než nejčastěji doporučovaných 300 m denně. Alpským stylem lze dosáhnout během 1-2 dnů ze 4 200m až 4 500m i výšky přes 6 400m až 7 600m.Někteří však takový výstup nepřežili.Tisíce lyžařů se pohybují kolem 3 600m, ale nemálo jich na HN zemřelo i v nižší výšce.

Vznik HN ovlivňuje řada faktorů :

1. Rychlosť výstupu. Čím rychlejší výstup a vyšší dosažená výška, tím je vznik HN pravděpodobnější . Zvláště nebezpečný je rychlý pasivní výstup letecky /vrutníkem, ale i vlakem/. Ti, kteří do výšky 2 800m letěli, onemocněli v 85 %, ti, kteří šli pěšky, ve 47%. Z těch, kteří onemocněli bylo 40% pěších a 60% letělo.
2. Věk a pohlaví. Závažnost a výskyt HN klesá se stoupajícím věkem.U osob mezi 20. a 30.rokem věku je HN častější. Ženy mají vyšší odolnost, ale v premenstruálním období jsou při sklonu k retenci tekutin a solí vnímat výše. Užívání kontraceptiv k posunu menstruace se považuje v horách za nevhodné. Nejvíce ohroženi jsou muži vyššího věku, zřejmě od 45 let a více. Mimo jiné se ve starém zhoršuje difuze  $O_2$  přes alveo-lokapilární membránu. Nejsnáze se aklimatizují osoby středního věku, tj. po 30.roce s trvalým pobytom ve vyšší nadmořské výšce/i Vysoké Tatry/. Otok plic se vyskytl při výstupu do 3 750 m u osob starších 20 let v 0,6 %, u osob mladších ve 2,5 %.

3. Předchozí pobyt ve výšce nemusí chránit před vznikem HN. Někteří uvádějí i několikanásobně častější výskyt otoku plic a ostatních forem HN při návratu do výšky po přechodném pobytu v nížině, jiní nena - lezli rozdíly. Někteří onemocní v určité výšce vždy, jiní jen jedenkrát v životě. Nejde zřejmě o zvýšenou vnímavost po předchozím výstupu, ale o trvalou dispozici /náchylnost/ k častějšímu vzniku HN /tlak v plenici stoupá rychleji a na vyšší hodnoty/. Při opakování výskytu HN je nutné vyloučit onemocnění, která snad predisponují ke vzniku HN /aplasia arterie pulmonalis ?/. Někteří autoři popisují výskyt krvácení do sítnice při opakování pobytu a aklimatizace bývá při opakování výstupu rychlejší.
4. Není prokázáno, že infekce dýchacích cest zvyšuje náchylnost ke vzniku nebo zhoršuje příznaky HN. Někteří však nalézají souvislost mezi interkurentním onemocněním a HN /průjem, bronchitis/.
5. Vztah k fyzické výkonnosti nebyl prokázán. V mnoha případech lze zjistit přímou závislost mezi rychlosťí aklimatizace a výkonnosti ve výšce a výsledky zátežových testů doma, předem však nelze určit úspěšnost jednotlivých horolezců. Měření ventilační odpovědi na hypoxii, které by umožnilo předpovědět, kdo ve výšce onemocní, nedává zatím jednoznačné výsledky.
6. Používání léků uklidňujících a na spánk/sedativ a hypnotik/ tlumí odpověď ventilace na hypoxii, působí poruchy dýchání a zhoršuje sycení krve kyslíkem. V simulované výšce /v podtlakové komoře/byly v apnoické pauze periodického dýchání naměřeny hodnoty  $\text{PaO}_2 = 24 \text{ t}$  a  $\text{PaCO}_2 = 26 \text{ t}$  a  $\text{SaO}_2$  odpovídala rozdílu výšky o  $\pm 500 \text{ m}$ .

7. Další uváděné faktory ovlivňující výskyt a vznik HN jsou velká námaha, chlad, extrémní rozdíly teplot, UV záření, silný vítr, velká psychická zátěž, nesprávná výživa, strach.

#### VIII. kapitola - léčení horské nemoci

1. Podstatou léčení HN je sestup do nižší polohy, jakmile je diagnostika zřejmá, nebo vzniklo podezření na HN, a to dříve, než se stav stane závažným, že sestup znemožní. Někdy i relativně malý sestup /z 5 000 m do 4 700 m/ může být významný a znamená u otoku mozku rozdíl mezi hlubokým bezvědomím a částečně zachovaným vědomím. Jiní popsali úpravu komatu při sestupu z 4 200 m do 3 260 m. Sestoupit je nutné i v noci, i za špatných podmínek, minimálně pod 3 000 m, při otoku plic až pod 2 400 m. Ve výšce pod 2 000 m otok plic může odeznít sám během několika hodin. Pokud se při sestupu zlepšení nedostaví, je nutné myslit na komplikace. Posuzování účinků léků v léčení HN je komplikováno tím, že samotný sestup /při kterém je léčení zahajováno/ vede ke zlepšení stavu.
2. Tělesný klid je nutný a stav nemocného si jej vyžaduje. I když lze vyléčit otok plic v nemocnici ve 3 750 m /Peru/ pouhým tělesným klidem za 60 hodin, je nutné takový postup v horolezeckých podmínkách zavrhnout. Riziko, že se zhorší počasí nabo zdravotní stav nemocného, je vysoké. U otoku plic je nutný klid v poloze vsedě.
3. Podávání kyslíku zlepšuje stav nemocného, zvláště v počátečních stadiích nemoci. Je nutné jej mít k dispozici vždy od výšky 6 000 m. Čím je stav rozvinut -

tější, tím je jeho účinek slabší. Jakmile tekutina v plicích ve zvýšené míře pronikne do prostoru mezi sklípky, zhorší se difuze  $O_2$  přes alveolokapilární membránu, při proniknutí do plicních sklípků dojde k blokádě difuze. Dávka  $O_2$  při otoku plic musí být minimálně 6 až 8 litrů/min. a s tím je nutné při vybavení expedice a výškových táborů počítat. Učinnější je přetlakové dýchání. V žádném případě však nelze spoléhat na doostupnost  $O_2$ . U otoku mozku je význam podávání  $O_2$  většinou malý.

4. Z léků, které se v léčení HM nejčastěji používají, je nutné především jmenovat diuretika, která zvyšují tvorbu moče a odvodňují organismus. Z nich nejčastěji furosemid v dávce 80 mg/12 h 2 dny, případně v kombinaci se spirolaktonem, nebo acetazolamidem. Při otoku plic se furosemid podává nitrožilně 80 mg s 15 mg morfinu. Někteří autoři považují diuretika u již aklimatizovaného za nevhodná. Popisují kolapsové stavy a zhoršení hypotenze. Při podávání diuretik je nutné současně hradit ztráty drasliku.
5. Morfin je indikován u neklidných a dušných nemocných při otoku plic. Dolsin je jen špatná náhražka. Snižuje žilní tlak, navrací krev zpět do velkého oběhu, snižuje citlivost dechového centra, zruší neúčelnou hyperventilaci a zlepší  $PaO_2$ . Tlumí úzkost.
6. Kortikoidy /tj. hormony kůry nadledvin a jejich deriváty: dexametazon 10 mg i.v. a 6 mg/6h i.m. nebo betametazon i.v., i ve vyšších dávkách se používají k léčbě otoku mozku. Betametazon v dávce 12 mg podporuje diurezu. Protože léčení je zpravidla zahájeno při sestupu a účinek kortikidů nastupuje za 6 až 12 hodin, je obtížné posoudit jejich účinnost.

7. Kardiotonika. Většina autorů nevěří v jejich účinnost u otoku plic, je-li činnost srdce normální, jako je tomu u většiny horolezců, protože srdce pracuje s optimálním úsilím. Někteří však popisují poruchu funkce levé komory srdeční a doporučují je, jiní upozorňují na nebezpečí vzniku póruch rytmu při jejich použití. Volí se většinou strofantin, ve 3 postupně se zvyšujících dávkách.
8. Syntophyllin se doporučuje ke zrušení průvodního bronchospasmu, opakováně i.v. Příznivě ovlivňuje dechové centrum a snižuje tlak v malém oběhu. Při pomalé aplikaci se snášeji velké dávky. Ve výšce se podává s fyziologickým roztokem / proti alkalóze/, v nížině naopak s bikarbonátem / proti acidóze/. Lze jej podat i v čípkové formě.
9. I když je nález zápalu plic při pitvě u zemřelých na HN neobvyklý, doporučuje se podávání antibiotik k prevenci infekčních komplikací. Při volbě antibiotika je nutné uvážit jeho snášenlivost a možnost fotosenzibilizace.
10. Nitráty lze použít u otoku plic/ nitroglycerin/.
11. Hyperosmolární roztoky /manitol 20%, urea, hypertonická sůl/ v léčení otoku mozku. V praxi ve velehorách je jejich použití obtížné /mrzení roztoku/, dle některých autorů odvodňují spíše zdravé oblasti mozku.
12. Analgetika. Na bolesti hlavy pomáhají dle některých jen ve spojení s vazodilatačními účinky alkalojdů, jindy pomůže i samotný acetylprometazin.
13. Nepříznivý účinek na dechové centrum se popisuje u codeinu.

14. Sedativa a hypnotika při nespavosti se považují za nevhodné /viz VII.kapitola,ad.6./,vhodnější je noční podávání O<sub>2</sub> či
15. metylprogesteronacetát / viz IX.kapitola,ad 12./.
16. Reparil byl použit při léčení otoku mozku nejen u úrazů,ale i při tonutí.
17. Atropin snižuje žilní tlak.
18. Důležitý je psychologický přístup k nemocnému a ujištění /"reassurance"/,že se novému prostředí přizpůsobí.
19. Všeobecná péče o nemocného,zvláště při bezvědomí /odstraňování zvratků z dutiny ústní a pod./včetně případné katetrizace močového měchýře je nutná.

Předpokladem aktivní spolupráce členů výpravy při léčení případů HN a jiných onemocnění je mj.jejich výcvik v aplikaci nitrosovalových injekcí.

#### IX. kapitola - prevence horské nemoci a faktory ovlivňující aklimatizaci

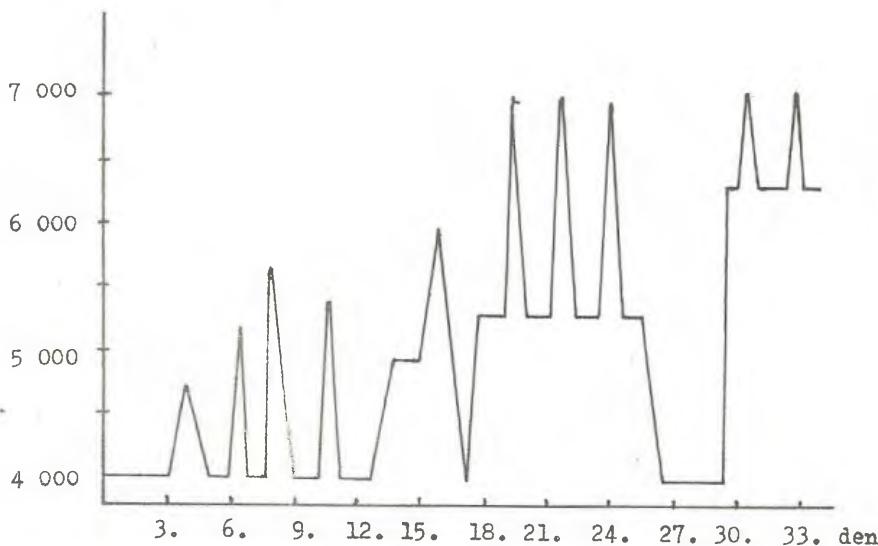
1. Základem prevence /profylaxe/ HN je optimální rychlosť výstupu. Čím výše se vystupuje,tím je doba nutná k přizpůsobení na výškovou hypoxii delší. Doporučování vhodné rychlosti výstupu jsou dnes méně striktní,neboť variabilita mezi jednotlivými horolezci je široká a vnímavost k HN kolísá i u téhož jedince.Pomalý výstup zabrání HN u naprosté většiny osob.

Nejčastěji doporučovaná rychlosť výstupu je 300 výškových metrů denně od výšky 2 300m až 3 300 m.

Jiní doporučují však i 600 m za den. I opatrnější postup, např. 300m/den ze 3 000 do 4 270 m a 150m/den výše, nezabránil vždy vzniku HN /otoku plic nebo mozku/, a proto se zdá být prozíravější postup 150m/den od výšky 2 750 m a navíc přerušit výstup na jeden den ve výšce 4 270 m a 5 500 m.

Teoretické schéma dobré aklimatizace  
na výšku 7 000 metrů

výška v m



Himalájská záchranná společnost doporučuje na každých 1 000 m výšky od 3 000 m jeden den odpočinku. Další schemata doporučují strávit vždy dvě po sobě jdoucí noci v téže výšce dvakrát během výstupu z 2 800m do 5 400 m, tělesný klid vždy 5 dní ve 3 000,5 000 a 7 000 m, ale jiní zdůrazňují tzv. aktivní aklimatizaci, tj. zasílení účinku prostředí fyzickou zátěží.

Vhodnou metodou je nejen zařazování tzv. aklimatizačních dnů, ale též tzv. aklimatizačních výstupů a stravení nocí v nižších táborech /"carry high and sleep low"/ nebo i sestupování vždy do základního tábora, kde se organismus snadněji zotaví. Cesta k hoře, terén a počasí a další faktory si však zpravidla samy vynutí určitý způsob a rychlosť výstupu a přiměřená výška pro každého jedince bude tam, kde se dotyčný bude cítit zdrav právě on a ne, kde budou zdrávi ostatní. I když již byly dosaženy vrcholy 7 500 m neaklimatizovanými během 2 týdnů a bez potíží, doporučuje se minimální aklimatizace pro výšky nad 6 000 m 2 týdny, nad 7 000 m 3 týdny a nad 8 000m 4 týdny.

Aklimatizace na výšky do 4 000m je rychlá /viz VIII. kapitola/. Pro vytrvalostní sporty od 2 000 m je nutná minimální aklimatizace 3 týdny.

Při onemocnění ve výšce je nutné sestoupit, protože v nemoci schopnost přizpůsobování a odolnost organismu klesá a ve velké výšce se organismus nemůže z nemoci nebo z vyčerpání zotavit. Při výskytu příznaků jako jsou:

- a/ nesnesitelná bolest hlavy neztišitelná léky/může signalizovat počátek otoku mozku/ nebo
- b/ nepřiměřená klidová dušnost a kašel/otok plic/nebo
- c/ nepravidelné noční dýchání, zmatenosť, poruchy koordinace při počínajícím otoku mozku/obtížně zjistitelné při pobytu ve stanu nebo pobytu ve sněhu/

- je sestup nevyhnutelný. Při mírných příznacích se doporučuje návrat do nižší polohy, setrvání 48 hodin a teprve po vymizení potíží opatrně pokračovat ve výstupu.
2. V prvních hodinách až dnech po příchodu do výšky se zpravidla nedoporučuje fyzická námaha. Je vhodné nosit lehčí náklady a vystupovat častěji.
3. Ve výživě se doporučuje velké množství uhlovodanů/glycidů, cukrů/ v dávce 70 až 75% kalorického příjmu a málo tuků /10%. Experimentálně byla prokázána nižší spotřeba  $O_2$  při vysokouhlovodanové dietě a  $SaO_2$  byla o 8 až 10 % vyšší. Doporučuje se minimální dávka 320 g glycidů denně. Čistá glycidová dieta dává "výškový zisk" 600 m, ale bez přidávání ostatních nezbytných složek výživy/ esenciální aminokyseliny a mastné kyseliny/organismus chřadne. Kombinace diety s vysokým obsahem bílkovin a tuků na noc s nočním poklesem  $Po_2$  v krvi zhoršuje zdravotní stav v noci a ráno. Nejvhodnější se zdá být postup používat čistou glycidovou dietu během několika dnů námahy ve výšce a dietu s vyšším obsahem bílkovin a tuků během následujících dnů relativního klidu a pobytu ▼ nižší výšce.
4. Nezbytný je dostatek tekutin, minimálně 3, ale spíše 5 až 6 litrů, až 7 litrů nad 6 000m denně. Ve velké výšce je žízení nespolehlivým ukazatelem skutečné spotřeby tekutin. Jejich příjem musí být tak velký, aby tvorba moče dosáhla 1 000 až 1 500 ml denně. Příprava takového množství tekutin je v takové výšce obtížná. Většina autorů doporučuje obohacovat vodu získanou rozpustením sněhu a ledu minerály/ semineralizačními prášky se složením : Natrium carbon. anhydr. 0,052, Kalium carb. anhydr. 0,073, Calcium orthophosph. 0,235, Natrium chloratum 0,5, Magnesium sulfur. 0,25, Acidum tartaricum 0,75 gramů v jednom

sáčku používaném na množství jednoho litru vody;k zajištění větší chemické stálosti se doporučuje oddělit Natrium chloratum a Acidum tartaricum/.

Některí autoři zdůrazňují omezení příjmu kuchyňské soli používáním čerstvé stravy bez přísolování /např.30 g sýra,několik krajíců chleba nebo krekrů, ovesná kaše ke snídani apod./.Přes značné pocení , zvláště ve výškách okolo 1 000m na cestě do hor,nebyly pozorovány příznaky z nedostatku soli,což by odpovídalo jejich vlastním zkušenostem v Alpách a pozorováním způsobu výživy Indiánů Yanomamo,kteří sůl do potravy nepřidávají a žijí v horku.

5. Vhodný je dostatek vitaminu/i ve formě léků/při doplnování méně pestré stravy,zvláště E,B,C a A. Jsou zprávy o ochranném vlivu vysokých dávek vitaminu A proti popálení sluncem.
6. Fosfor ve zvýšené dávce se doporučuje pro urychlení tvorby 2,3-difosfoglycerátu v červených krvinkách.
7. K podpoření krvetvorby se doporučuje dostatek železa, případně i v lékové formě,s dostatkem vitaminu C k lepšímu vstřebávání železa ve střevě a
8. vitaminu B-12.Dle jiných autorů jsou zásoby železa a B-12 v organismu dostatečné a není nutné je podávat v lékové formě /nejsilnějším podnětem pro krvetvorbu je hypoxie sama /.
9. Alkohol ani kouření se nedoporučuje,protože snižuje  $SaO_2$ .
10. Již před odjezdem musí být účastníci výpravy komplexně vyšetřeni,včetně vyšetření dechových funkcí/spirometrie/ a zátěžového vyšetření /na bicyklovém ergometru/,případně v podtlakové komoře.Všichni musí mít vyléčeny veškeré chronické záněty /krční mandle/ a zubní kaz. Doporučuje se léčení časných stadií hemeroidů.

V průběhu aklimatizace hrozí vzplanutí chronických onemocnění. Lze připustit některé zdravotní odchylky, neboť důležitá je i motivace a duševní výkonnost jedince. Naopak lidé duševně labilní nejsou pro výběr do velkých výšek vhodní. Příprava před odjezdem zahrnuje i příslušná očkování pro tropické země, včetně gamaglobulinu proti infekční žloutence.

11. Důležitý pro regeneraci sil je dostatečný odpočinek a spánek v relativním pohodlí.
12. Léková profylaxe HN a pokusy o urychlení aklimatizace jsou některými autory doporučovány, většinou však odmítány, přestože jsou mnohými horolezci vyžadovány.  
"Všechny léky, které jsou používány, aby pomohly netrpělivým horolezcům dosáhnout vrcholu co nejrychleji, by měly být spojeny vždy s pomalou aklimatizací." /Sutton 1977/. Má význam u záchranné skupiny, kterou je třeba urychleně dopravit do výšky, nebo u těch, kteří jsou náchylní k HN i při pomalém výstupu. V jiných případech není vhodné ovlivňovat eklimatizační pochody.
  - a/ Betablokátory brzdí oběhovou reakci na hypoxii. Dle některých zvyšují vazokonstrikci a tlak v plicním oběhu a jejich případné použití v prvních dnech pobytu ve výšce má být velmi opatrné. Jiní experimentálně prokazují snížení tlaku v plicní arterii a snížení polycytemické odpovědi a minutového objemu srdečního.
  - b/ Vazokonstrikční látky jsou nevhodné, protože zvyšují riziko omrzlin.
  - c/ Vazodilatační látky /léky rozšiřující cévy/zvyšují ztráty tepla z organizmu a zvyšují riziko podchlazení.
  - d/ Sedativa a hypnotika /uklidňující léky a léky na spaní/ zpomalují ventilační odpověď na hypoxii a totéž.

- platí pro podávání
- e/ kyslíku / zpomaluje aklimatizaci/.
- f/ Anabolika mají zabránit zvýšenému rozpadu tkání /katabolismu/ a poklesu tělesné hmotnosti ve výšce. Zvyšují tvorbu erytropoetinu, který je stimulátorem krvetvorby.
- g/ Nejčastěji jsou v profylaxi HN používána diureтика a z nich nejčastěji acetazolamid /Diamox, Diluran/, již dle než 15 let. Osvědčil se teoreticky i prakticky jako nejúčinnější, i když vzniku HN nezabrání u všech jedinců. Diuretický účinek není tak výrazný, ale uvádějí se velké ztráty draslíku, vyšší než u furosemidu. Kombinace ztráty draslíku a extrémní fyziické námahy může vyvolat poškození kosterního svalstva/ rhabdomyolýzu/ se selháním ledvin. Acetazolamid snižuje produkci mozkomíšního likvoru, a tím snižuje nitrolební tlak, podporuje ventilaci, zpravidelňuje dýchání a zlepšuje spánek. Kromě uvedených ztrát draslíku může mít jeho podávání některé vedlejší účinky. Popisují se poruchy citlivosti prstů/parestézie / a pocit zvýšeného vnímání chladu. Dávkovací schema je 2 až 3 krát 250 mg denně 2 až 4 dny před dosažením výšky 3 200 m až 5 000 m a po dobu 3 až 12 dnů pobytu. Při event. delším podávání jsou vhodné několikadenní přestávky. Současně se podává draslík/Kalium chloratum/.
- h/ Furosemid /Lasix/ se většinou považuje v profylaxi HN za méně vhodný až nevhodný pro silný diuretický účinek a značné ochuzování organismu o tělesné tekutiny. Himalájská záchranná společnost jej doporučuje / 2-3 tablety Lasixu/ v případě zpozorování snížené tvorby moče ve velké výšce. Dle jiných pramenů postačí k profylaxi dávka 20 mg se současným podáním KCL.

i/ Spirolakton. Jeho účinnost v profylaxi se popisuje při podávání v dávce 3 krát 25 mg 2 až 3 dni před dosažením výšky 3 000 m. Snižuje tvorbu mozkomíš -ního moku, brání vstřebávání sodíku a vody v ledvinách /aldosteronový antagonismus/.

Pro úplnost přehledu léků a postupů používaných v profylaxi horské nemoci lze ještě uvést:

j/ Kyselina acetylosalicylvová /Aspirin, Acylpyrin/ brání shlukování červených krvinek, a tím snižuje srážlivost, je užitečný pro mobilizaci nitrobuněčné vody a odstranění bolesti hlavy.

k/ Hemodiluce /zředění krve/ ke zmírnění zahuštění krve zředěným sérem nebo fyziologickým roztokem, kterým se nahradí 500 až 1 000 ml vlastní krve. Zlepšuje prodění krve a snižuje riziko omrzlin. Názor na tento postup není jednotný.

l/ Fenytoin-sodium-dilantin "stabilizuje" buněčné membrány a snižuje přesuny soli a vody.

m/ Metylprogesteron-acetát /Provera/ stimuluje/povzbuzuje dechové centrum, prohlubuje dech, nezvyšuje dechovou frekvenci a zlepšuje  $\text{SaO}_2$ . Používá se při léčení chronické horské nemoci. Jde však o hormon

/gestagen/ s možnými vedlejšími účinky u mužů i žen.

n/ Syntophyllin zpravidla zlepšuje dýchání a zlepšuje spánek.

o/ Dle některých autorů lze předejít vzniku HN digitálizaci před výstupem.

p/ Antacida /"Rolaids"/ se doporučují, ale teoretické zdůvodnění je chabé.

q/ Actovergin /přípravek z krve telat/ zlepšuje využití kyslíku v organismu.

r/ Draslík. U osob s nižší hladinou draslíku v krvi byl

průběh HN horší a delší. Již Whymperovi byl draslík doporučován jako "protijed HN".

s/ Calcium / vápník/.

13. I když není prokázána souvislost mezi fyzickou zdatností a vznikem HN, doporučuje se intenzivní tělesný vytrvalostní trénink, případně i v podtlakové komoře. Avšak k aklimatizaci na 6 000 m by byl nutný pobyt v podtlakové komoře minimálně po dobu 6 hodin denně. Zdatnější se pohybuje ekonomičtěji a spotřebujejí méně kyslíku.
14. Otužování.
15. Ochrana kůže před slunečním a zvláště UV zářením / např. Indulonou Antisol/, ochrana očí tmavými brýlemi a rtů speciální mastí /např. Labisan, viz též XI. kapitola, ad 9./.

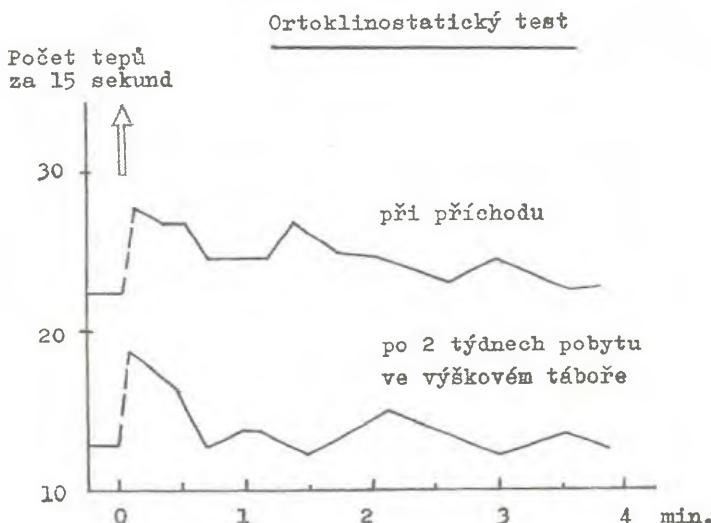
#### X. Kapitola - sledování průběhu aklimatizace

Průběh aklimatizace lze sledovat různými způsoby:

1. Nepravidelné dýchání svědčí pro nedokončenou aklimatizaci. Po přizpůsobení dechového centra na nízký PCO<sub>2</sub> je dýchání klidné a pravidelné.
2. Zlepšení chuti k jídlu, ústup bolestí hlavy a nespavosti může být též měřítkem aklimatizace. Subjektivní příznaky lze registrovat dotazníkovými metodami včetně sledování psychického stavu.
3. Nejsnáze lze sledovat změny tepové frekvence:
  - a/ nejjednodušší je počítání ranního tepu v klidu. Je-li 20 a více procent nad osobní výchozí hodnotou, nedoporučuje se stoupat výše.
  - b/ Ortoklinostatický test: sledování reakce tepu ve stoje

po předchozí poloze v leže. Při ukončené aklimatizaci jsou jednak nižší hodnoty, jednak se tep vstoje vrací k hodnotě naměřené vleže do 60 sekund. Viz graf.

- c/ Zjistíme tepovou frekvenci vklidu, pak vyšetřovaný provede 20 dřepů během 30 sekund. Příznivý je návrat tepu ke klidovým hodnotám během 45 až 60 sekund. Z naměřených hodnot lze vypočítat tzv. cirkulační index
- d/ Vyšetření metodou step - testu.



4. Důležité je sledování množství vylučované moče. Snížená tvorba moče může předcházet vzniku HN.
5. Z dalších metod sledování zdravotního stavu byly ve velehorách použity: sledování vylučování bílkovin močí / s aklimatizací se proteinurie snižuje/, vyšetření

očního pozadí, testy na koordinaci, lomivost kapi-lář, množství hormonů nadledvinek v moči, erytro-poetinu, krevního obrazu, sluchu a vestibulárních funkcí aj.

## XI. kapitola - další onemocnění ve velehorách

---

Na cestě do velehor a ve velkých výškách do - chází často i k jiným onemocněním:

1. Nejčastější jsou nemoci a infekce dýchacích cest, které vznikají snadno na neustále vysušovaných sliznicích. Jsou provázeny kašlem, zpravidla suchým a dráždivým. Může vzniknout i zápal plic. V léčení častých zánětů nosohltanu se osvědčuje kloktání, rozpuštěným acylpyrinem nebo roztokem kuchyňské soli / lžička do sklenice/. Antibiotika je nutno podávat včas, zpravidla dříve a častěji než v běžné praxi. Dále se používají léky usnadňující a tlumící kašel / osvědčil se Bisolvon=Bromhexin/. Pro tlumení kaše lze též použít codein v dávce 15 až 30 mg, zvláště na noc, ale někteří mají námitky proti používání codeinu ve velkých výškách /nepříznivé ovlivnění dechového centra, viz IX.kap./. Dráždivý kašel může být příznakem počínajícího otoku plic - horské nemoci. V prevenci onemocnění horních cest dýchacích jsou vhodné časté inhalace vlhkého vzduchu / nad ešusem pod igelitovou plenou po 5 minutách/, případně s mentolovou nebo benzonovou tinkturou. Byla též použita syntetická "sлина"/Fresenius/.
2. Velké zatížení dýchacího systému ve výšce může vést za určitých okolností /vdechování proti odporu /

ke vzniku mediastinálního emfyzému.

3. Snížený atmosférický tlak může vyvolat bolesti v čelistních dutinách, ve středouší, kolem zubních výplní a granulomů /zvětšování objemu plynů v uza - vřených dutinách /.
4. Průjmová onemocnění bývají častější spíše v nižině a předhůří. Méně často jde o infekci zažívacího traktu, příčinou bývá spíše změna klimatu, stravy a bakteriální flóry ve střevě. V léčení lze použít "kokteil" : 2 lžičky kaolinu, 4 kapky opiové tinktury, 30 mg codeinu a Lomotil, nebo Talbin či Reasec. Nutný je dostatečný příjem tekutin / 0,5 l za hod /. Trvá-li průjem déle než 24 hodin, nebo je-li ve stolicí krev, jde nejspíše o střevní infekci/úplavice/ a je nutná lékařská pomoc nebo nasazení Septrinu / Biseptol/. Necílené užívání antibiotik se nedoporučuje.

V prevenci těchto onemocnění má zásadní význam volba zdroje pitné vody. Chemickou dezinfekcí pro vádět jen v případě, není-li možná sterilizace vařem /několik vteřin/. Mytí rukou mýdlem po WC je nutností. K čištění zubů používat jen nezávadnou pitnou vodu / nebo žvýkačku/. Nebezpečím pro účastníky výpravy mohou být parazitární onemocnění domorodých obyvatel, kteří by přicházeli do styku s přípravou stravy.

5. Záněty hemeroidů bývají velmi časté / ze zvýšeného nitrobřišního tlaku, hyperventilace a nošení těžkých břemen/ .
6. Nedostatečný příjem tekutin může způsobit jejich vážný nedostatek v organismu - dehydrataci a zvýraznit vliv hypoxie a velké tělesné námahy/spolu

s nízkou vlhkostí vzduchu/ na snížení plazmatického objemu.Je nebezpečí hypovolemického šoku.

7. Zvýšené ztráty tekutin a zvýšený počet červených krvinek zvyšují viskozitu krve a náchylnost ke vzniku žilních zánětů,trombóz a embolií.
8. Krvácivost je ve výšce zvýšena a zranění vedou k větším ztrátám krve.
9. V prevenci oparů lze užít potírání rtů mastí dle Dr.Vlče :Mentholi,Ol.camphorati aa 0,5 ,Benzocaini 3,0 ,Acidi carbolici liquefacti 1,5 ,Tincturae ratanhiae 2,0 ,Pastae zinci ad 30,0 .
- 10."Sněžná slepota" se léčí pobytom ve tmě/zakrytí očí/ očními kapkami Mesocain a případně mastí Ophthalmo-dexamethason.
11. Všechny nedolečené nemoci se mohou ve výšce aktivovat.Zvláště nebezpečný je nestabilizovaný zánět jater.

### XIII. kapitola - kontraindikace pobytu ve velkých výškách

Pro pobyt ve výšce nejsou vhodní jedinci s nemocemi :

- a/ u nichž je již v nížině snížen příslun  $O_2$  organismu / ventilační a difusní poruchy plic,vrozené srdeční vadu se zkratem zprava doleva,se snížením minutového objemu srdečního v klidu,mitrální a aortální stenóza,srdeční nedostatečnost,anemie/,
- b/ kde jsou jednotlivé orgány již v nížině ohroženy nedostatkem  $O_2$  : ischemická choroba srdeční a dolních končetin,skleróza mozkových cév a
- c/ provázené zvýšenou orgánovou aktivitou :tachykardií,hyperventilací a plicní hypertenzí.

Ve velké výšce se výměna plynů na alveolokapilární úrovni v plicích děje na sestupném úseku disociační křivky hemoglobinu pro kyslík, takže malý pokles  $\text{PO}_2$  vede k velkému poklesu  $\text{SaO}_2$ .

1. Pacienti s klidovou plicní hypertenzí nebo dokonce dekompenzovaným cor pulmonale nesmějí být vystaveni nebezpečí další hypoxie, ani při cestování letadlem, v jehož kabíně klesá tlak na hodnotu odpovídající výšce 2 500 m. Limitující hodnoty se udávají:  $\text{PaO}_2$  pod 50 t a  $\text{PaCO}_2$  nad 50 t.
2. U asthma bronchiale je známo, že se stoupající výškou mizejí z vdechovaného vzduchu alergeny a klesá odpor vzduchu / $\text{FEV}_1$  se zvyšuje/. U smíšeného asthma bronchiale /s bronchitidou/ může však při nachlazení dojít k pomnožení infekčního agens a k vyvolání záchvatu. Funkčně podmíněná obstrukce se může zlepšit. Pacienti s fixovanou obstrukcí ventilační poruchou tolerují již výšky kolem 2 500 m špatně.
3. Plicní onemocnění s nebezpečím vzniku spontánního a recidivujícího pneumotoraxu jsou absolutní kontraindikací pro pobyt ve výšce /idiopatický emfyzém/.
4. totéž platí pro nemoci s alveolokapilární blokádou /fibrozy, chronické pneumonie/.
5. Hypertenze ve věku kolem 30 let ve výšce zpravidla se nevrší. Na začátku pobytu může být vzestup krevního tlaku vyšší než u zdravých, později však klesá. Pokud nejsou komplikace kardiální a renální, nemusí být kontraindikací. U hypertenze starších osob může výška způsobit poruchy prokrvení mozku.  
Ani krátkodobého pobytu ve výšce 1 500 až 3 000 m nejsou schopni nemocní s
6. ischemickou chorobou srdeční se stenokardiemi v klidu

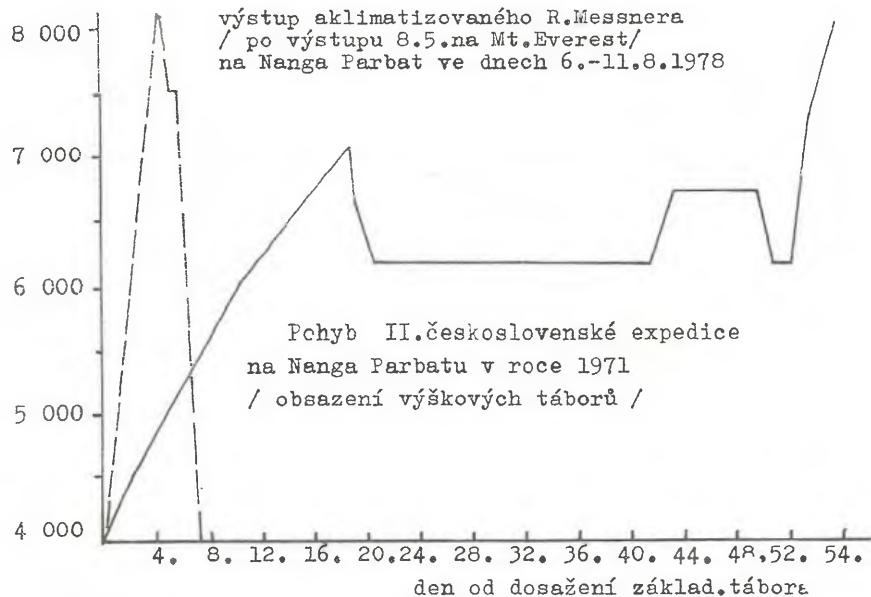
- nebo při mírné zátěži /pod 25 W/, s implantovaným pace - makerem,
7. levostrannou srdeční insuficienci,
  8. se srdečními vadami se zkratem zprava doleva, s marným systolickým objemem a ve funkčním stadiu III.a IV
  9. obliterujícím onemocněním cév ve III.a IV.stadiu.
  10. Samotný výšší věk /nad 50 let/ může být omezením pro pobyt ve větších výškách /stárnutí orgánů, plíce-  
ní emfyzém,chronická bronchitis aj./.
  11. Onemocnění s možností poruch vědomí.

#### XIII. kapitola - použité zkratky

$P_{bar}$	- atmosférický tlak
t	- torr
$O_2$	- kyslík
$CO_2$	- kysličník uhličitý
$PO_2$	- parciální tlak kyslíku
$PIO_2$	- " - ve vdech.vzduchu
$PAO_2$	- " - v plic.sklípcích
$PaO_2$	- " - v tepenné krvi
$SaO_2$	- sycení tepenné krve kyslíkem
Hb	- hemoglobin

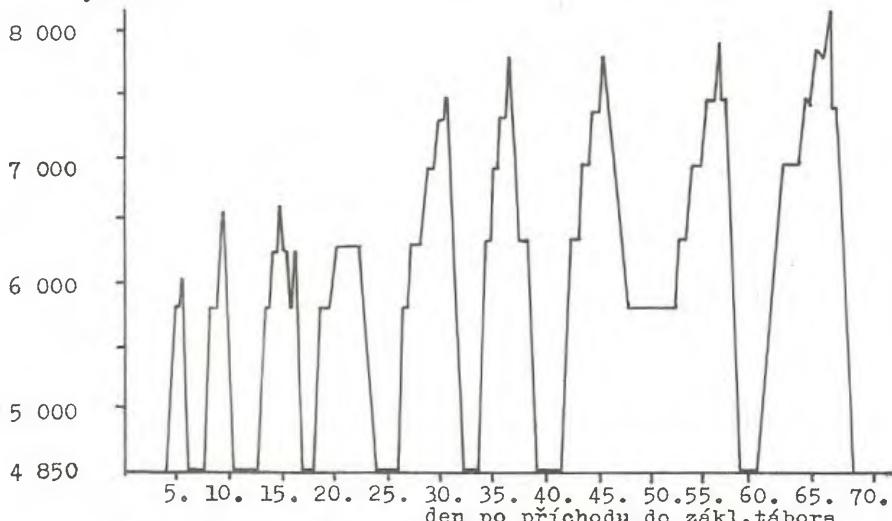
Seznam použité literatury není otištěn.

výška m



Kraf výstupu a sestupu Milana Kriššáka na Makalu  
v roce 1976.

výška m



O B S A H

	strana
Kapitola I - Charakter velehoršského prostředí	1
II - Transport kyslíku v organismu	5
III - Stadia aklimatizace	9
IV - Výškové zóny	11
V - Aklimatizace a adaptace	16
VI - Horská nemoc	19
VII - Faktory, přispívající ke vzniku horské nemoci	23
VIII - Léčení horské nemoci	25
IX - Prevence horské nemoci a faktory ovlivňující aklimatizaci	28
X - Sledování průběhu aklimatizace	36
XI - Další onemocnění ve velehorách	38
XII - Kontraindikace pobytu ve vel.výškách	40
XIII - Použité zkratky	42

Vydává Zdravotnická komise Horolezeckého svazu  
Českého Ústředního výboru ČSTV

Výhradně pro vnitřní potřebu svazu  
Neprodejné

Odpovědný redaktor : MUDr. Tomáš Skříčka

Aklimatizace a horská nemoc

1980

MUDr. Ivan Rotman

L I T E R A T U R A

1. Abdulla W et al : Pathophysiologische Grundlagen und Therapie des Hirnödems. Münch med Wschr 120, 1978, 20 : 699 /743/59/
2. Aleraj B : Medical report in Croatin alpinist expedition to Andes Lijec Vjesn 98, 1976, 10 : 566-77 /721/33/
3. Andersen KL : Habitual physical activity and health. 188 s. World Health Organization, Copenhagen 1978 /149/10/
4. Aoki VS et al : Body hydration and the incidence and severity of acute mountain sickness. J appl Physiol 31, 1971, s.363 /791/115/
5. Arias-Stella J : Chronic mountain sickness : pathology and definition. In : High Altitude Physiology. Cardiac and respiratory aspects. Ed. R. Porter, J. Knight. Churchill Livingstone, Edinburgh London 1971 /511/151/
6. Åstrand PO : Die körperliche Leistungsfähigkeit in der Höhe. In : Hollmann W : Zentrale Themen der Sportmedizin. Springer Verlag Berlin Heidelberg New York 1977 /100/6/
7. Balasubramanian V et al : Alteration in left ventricular function in normal man on exposure to high altitude /3658 m/ Brit Heart J 40, 1978, 3 : 276-85 /714/25/
8. Bößwartz J et al : Vliv 2,3-DPG na adaptaci při tělesné zátěži v rychlostní kanoistice Teor Praxe těl Vých 27, 1979, 7 : 412- /775/95/
9. Brendel W : Wird die Höhenmedizin wieder aktuell ? Münch med Wschr 121, 1979, 27 : 904-6 /153/18/
10. Brotherhood JR : Fitness and the relation of terrain and weather to fatigue and accidental hypothermia in hill walkers. In : Mountain Medicine and Physiology. Proceedings of a Symposium held by Alpine Club at the National Mountaineering Centre Ples Y Brenin, 26th-28th February, 1975. Ed. by Ch. Clarke, M. Ward, E. Williams. Alpine Club, London 1975 /85/214/
11. Brown GV et al : Spironolactone and acute mountain sickness Lancet 1977, č. 8016, 855 /739/55/
12. Bühlmann AA et al : Hyperventilation and Hypovolaemie bei Leistungssport in mittleren Höhen. Die Rolle der Hypoxie bei den "Zusammenbrüchen" während der Olympischen Spielen 1968 in Mexico City Schweiz med Wschr 99, 1969, 52 : 1886-94 /804/130/
13. Bühlmann AA : Hyperventilation and hypovolaemia during exercise at altitude. Lancet 1, 1970, 1021 /773/93/
14. Clarke ChS et al : Mountain sickness, retinal hemorrhage and acclimatization on Mount Everest Br Med J 2, 1976, 495-7 /696/3/
15. Currie TT et al : Spironolactone and acute mountain sickness Med J Aust 2, 1976, 168 /726/41/
16. Currie TT : Spironolactone and acute mountain sickness Med J Aust March 19, 1977, 419-420 /735/51/
17. Cvachovec K : Poruchy acidobazické rovnováhy u tonoucích Rozhl v chir 55, 1976, 11 : 841-7 /781/104/

18. ČSTV.: Výživa a nápoje vrcholového sportovce. Metodický dopis.  
GUV ČSTV Praha 1978 /833/166/
19. Dejmíal V : Nové poznatky a problémy vysokohorské fysiologie  
Teor Praxe těl Vých 5, 1957, 596-603 /855/190/
20. Der Bergsteiger 1978, 3 : 162 /859/195/
21. Dill DB : Physiological adjustments to altitude changes  
JAMA 205, 1968, 11 : 123-9 /852/187/
22. Dill DB : Maximal oxygen uptake at sea level and at 3090 m altitude in high school champion runners  
J appl Physiol 30, 1971, 854 /774/94/
23. Duane TD : Altitude, diarrhoe and retinal hemorrhage  
JAMA 240, 1978, 3 : 214- /732/48/
24. Dvořák J et al : Hypoxie  
In : Lékařské repetitorium. SZN Praha 1967, s. 712 - 60/80/
25. Eaton SW et al : Role of red cell 2,3-DPG in the adaptation of man to high altitude. J Lab Clin Med 73, 1969, 603 /772/92/
26. Edwards RHT : Physiology of fitness and fatigue  
In : jako ed 10. /84/213/
27. Erbertseder : Die Berg- oder Höhenkrankheit  
Münch med Wschr 121, 1979, 27 : 907-10 /717/28/
28. Fejfar Z : Srdcni insuficience kdysi, dnes a zitra. Ostravice 1978  
Kardio 5, 1979, 1 : 31 /753/71/
29. Frayser R et al : Retinal hemorrhage at high altitude  
New Engl J Med 282, 1970, 1183 /722/34/
30. Frayser R et al : The response of retinal circulation to altitude  
Arch Intern Med 127, 1971, 708 /723/35/
31. Frisancho AR et al : Influence of developmental adaptation on aerobic capacity at high altitude. J appl Physiol 30, 1971, 625 /702/12/
32. Frisancho AR et al : Influence of developmental adaptation on lung function at high altitude. Human Biology 45, 1973, 4:583-94 /779/101/
33. Genton E et al : Alterations in blood coagulation at high altitude  
Adv Cardiol 1970, 5, 32 /766/86/
34. Grawitz PB : Prophylaxe und Therapie der Bergkrankheit Puna Schweiz med Wschr 101, 1971, 18 : 649-50 /790/114/
35. Grover RF : Limitation of aerobic working capacity at high altitude  
Adv Cardiol 1970, 5, 11 /765/85/
36. Gurský K : Vliv krátkého výstupu na štit na organismus horolezce  
Teor Praxe těl Vých 5, 1957, 614-20 /856/191/
37. Gurský K : Zdravoveda. In : Horolezeckvo. Učebné texty. Šport Bratislava 1972 /727/42/
38. Gurský K : Vplyv biosféry lokality Vysokých Tatier na niektoré morfológické a funkčné prejavy adaptačného syndromu ve veľhorách.  
In : Telovýchovno-lekárske sledovanie. Metodický list SÚV ČSTV. Bratislava 1977 /872/226/
39. Hackett PH et al : Avoiding mountain sickness  
Lancet 1978, č. 8096, 938 /745/62/
40. Hackett PH et al : The incidence, and prophylaxis of acute mountain sickness, Lancet 1976, č. 7996, 1149-54 /699/7/

41. Hackett PH : Prophylaxis of acute mountain sickness  
American Alpine Journal 22, 1979, 1 : 266-7 /582/231/
42. Hansen JE et al : Arterial oxygen increase by high carbohydrate diet at altitude. J appl Physiol 33, 1972, 441 /512/11/
43. Hartmann G : Akute Bergkrankheit und Höhenödem  
Schweiz Rundschau Med /Praxis/ 67, 1978, 1027-9 /746/64/
44. Heath D, Williams DR : Man at high altitude. Churchill Livingstone Edinburgh London New York 1977 /105/100/
45. Hebbel RP et al : Human llamas : adaptation to altitude in subjects with high hemoglobin oxygen affinity  
J Clin Invest 62, 1978, 3 : 593-600 /541/233/
46. Herrligkoffer KM : Mount Everest. Olympia Praha 1976 /715/26/
47. Hoigné R, In : Hadorn W : Lehrbuch der Therapie. Stuttgart 1971 /31/113/
48. Houston CS et al : Cerebral form of high altitude illness  
Lancet 1975, č. 7938, 758-61 /719/31/
49. Houston CS : High altitude illness. Disease with protean manifestation. JAMA 236, 1976, 19 : 2193- /728/44/
50. Houston CS : Lessons from high altitude pulmonary edema  
Chest 74, 1978, 4 : 359-60 /578/243/
51. Houston CS : Long-term effects of altitude on the eye  
Lancet 2, 1979, 8132 : 49 /700/8/
52. Houston CS : Altitude illness - recent advances in knowledge  
American Alpine Journal 22, 1979, 1 : 153-9 /516/230/
53. Hurtado A : Influence of high altitude on physiology.  
In : jako ad 5. /82/149/
54. Hultgren HN : High altitude pulmonary edema  
Adv Cardiol 1970, 5, 24 /786/109/
55. Hultgren HN : Reduction of systemic arterial blood pressure at high altitude. Adv Cardiol 1970, 5, 49 /763/83/
56. Hultgren HN et al : Abnormal circulatory responses to high altitude in subjects with previous history of high altitude pulmonary edema  
Circulation 1971, 44, 759 /792/117/
57. Hultgren HN : Furosemide for high altitude pulmonary edema  
JAMA 236, 1975, 6 : 589-90 /703/19/
58. Hultgren HN : High altitude edema. JAMA 239, 1978, 21:2239 /433/63/
59. Hüllemann KD : Leistungsmedizin, Sportmedizin  
Stuttgart 1976 /720/32/
60. Chomzamulin Ro et al : Vlijanje obzidana na serdečno-sosudistuju systemu v uslovijach vysokogornoj gipoksii. Kardiologija 18, 1978, 10 : 112-7 /580/241/
61. Chládek L : Zpráva lékaře expedice Makalu 1976 /873/227/
62. Jackson FS : Hypoxia and the heart. In : jako ad 10. /864/212/
63. Janovský J. In : Puškáš A et al : Nanga Parbat 8125 m  
Sport Bratislava 1974 /756/74/
64. Juosens JV : Acute mountain sickness  
Lancet 1977, č. 8003, 139 /737/53/

65. Jungmann H : Bioklimatologie. Das Medizinische Prisma 1972, 45/1/
66. Kleiner JP et al : High altitude pulmonary edema  
JAMA 234, 1975, 491-5 /701/9/
67. Komadel L et al : Adaptácia našich športovcov v Mexiku podľa výsledkov kľudových vyšetrov  
Teor Fraxe tāl Vých 16, 1968, 1 : 37- /777/98/
68. Konietzko N et al : Kardiopulmonale Adaptation an akute Hypoxie  
Klin Wschr 54, 1976, 1161-7 /431/40/
69. Kohli P : Das Höhenlungenödem  
Schweiz med Wschr 98, 1968, 23 : 845-52 /789/112/
70. Kosmák B. In : jako ad 63. /718/29/
71. Kronenberg RS et al : Acetazolemamide for acute mountain sickness  
New Engl J Med 280, 1969, 1 : 49 /787/110/
72. Kryger M et al : Treatment of excessive polycythaemia of high altitude with respiratory stimulant drugs  
Am Rev Res Dis 117, 1978, 3 : 455-64 /840/173/
73. Lashiri S : Genetické aspekty snížené chemoreflexní ventilační odpovědi na hypoxii ve velkých výškách. In : jako ad 5. /514/
74. Lancet : See Nuptse and die  
Lancet 1976, č. 7996, 1177-9 /695/2/
75. Lancet : Life on Altiplano  
Lancet 1969, č. 7615, 307-9 /716/27/
76. Lessen NE et al : High altitude cerebral oedema  
Lancet 2, 1975, 1154 /709/20/
77. Lenfant C et al : Adaptation to high altitude  
New Engl J Med June 10, 1971, s. 1298 /851/186/
78. Leuthold E et al : Medical and physiological investigations on mountaineers. A field study during a winter climb in the Bernese Oberland. In : jako ad 10. /863/204/
79. Matějková J : Vysokohorská nemoc  
Hotejl 1977, 1 : 7-9 /742/58/
80. Margreiter R : Aufgaben eines Expeditionärztes im Hochgebirge  
Med u Sport 18, 1978, 1 : 23-6 /113/194/
81. Marticorena E et al : Evaluation of therapeutic methods in high altitude pulmonary edema  
Am J Cardiol 43, 1979, 307-12 /577/236/
82. Matoušek J et al : Dovolená z bioklimatologického hlediska  
Prakt lék 57, 1977, 1 : 13-6 /842/175/
83. McFarlane AC : Spironolactone and acute mountain sickness  
Med J Aust 2, 1977, 18 : 616 /736/52/
84. Mohring D : Touristikmedizin. Georg Thieme Verlag 1977 /97/57/
85. Milledge JS : Physiological effects of hypoxia  
In : jako ad 10. /83/210/
86. Müting D : Pathophysiology and therapy of altitude sickness  
Med Klin 73, 1978, 51-2 : 1789-94 /877/238/
87. Neureuther G : Probleme der Erstversorgung beim Bergunfall  
Münch med Wschr 111, 1969, 7 : 332-9 /21/79/
88. Neureuther G : Als Arzt auf Expedition und grosser Reise  
Münch med Wschr 1970, 23 : 1100- /22/77/

89. Novák J et al : Vliv krátkodobé vysokohorské expedice na tělesnou zdatnost horolezců. Teor Praxe těl Vých 20, 1972, 10:624-8 /776/97/
90. Odell NE : Hypoxia : some experience on Everest and elsewhere In : jako ad 10. /82/209/
91. Olzowy H : Zur Prophylaxe der Höhenkrankheit Fortschr Med 93, 1975, s.1415- /432/43/
92. Ölz O : Medical aspects of the Austrian Alpine Club Expedition to Mount Everest American Alpine Journal 22, 1979, 1 : 263-4 /517/229/
93. Ošťádal B et al : Vliv trimepranolu na vznik plicní hypertenze a hypertrofie u krys vystavených intermitentní výškové hypoxii Kardio 4, 1978, 4 : 58 /834/167/
94. Pavlík I : Vliv barometrického tlaku na člověka Prakt lék 57, 1977, 1 : 10-3 /521/96/
95. Pawan GLS : Nutrition : a general review for the mountaineer In : jako ad 10. /80/207/
96. Pietraszek A et al : Expedice na Kangchendzöngu - lékařské úvahy Tatérnik 1978, 4 : 148-50 /116/37/
97. Pines A : High altitude acclimatization and proteinuria Br J Dis Chest 72, 1978, 3 : 196-8 /583/235/
98. Pines A : Cerebral oedema on high mountains Lancet 1978, č. 9096, 938-9 /744/60/
99. Pribil M et al : Ortoklinostatická zkouška ve sportovní praxi Teor Praxe těl Vých 21, 1973, 4 : 241- /887/256/
100. Pugh LGCE : Physiological and medical aspects of the Himalayan scientific and mountaineering expedition 1960-61 Br Med J 8 Sept., 1962, s. 621-7 /829/160/
101. Pugh LGCE et al : Muscular exercise at great altitudes J appl Physiol 19, 1964, 431- /585/251/
102. Ramsay LE : Prophylaxis of acute mountain sickness Lancet 1977, č. 8010, 540-1 /738/54/
103. Rennie D : Urinary protein excretion in climbers at high altitude Lancet 1, 1970, 1247 /802/127/
104. Pennie D : High altitude oedema - cerebral and pulmonary In : jako ad 10. /134/211/
105. Rennie D et al : Retinal changes in Himalayan climbers Arch Ophthalmol 93, 1975, 395-400 /713/24/
106. Rennie D : Retinal hemorrhage at high altitude JAMA 239, 1978, 1208 /731/47/
107. Roberts G et al : Zdravotní péče a fysiologie In : Ullman JR : Američané na Everestu
108. Schultz WI et al : High altitude retinopathy in mountain climbers Arch Ophthalmol 93, 1975, 404-8 /711/22/
109. Schweers A : Als ärztlicher Betreuer im Hochgebirge Sportarzt und Sportmedizin 1975, 8 : 182-3 a 9 : 223-5 /874/2-3/
110. Shephard RJ : The athlete at high altitude Can Med Assoc J 109, 1973, 207- /754/72/
111. Sindermann F : Expeditionsarzt bei Bergtouren in Asien Med Welt 1978, 24 : 985-9 /725/39/

112. Singh I et al : High altitude pulmonary edema  
*Lancet* 1, 1965, 229 /799/124/
113. Singh I et al : Acute mountain sickness  
*New Engl J Med* 280, 1969, 175-84 /788/111/
114. Singh D et al : Effect of high altitude on inner ear functions  
*J Laryngol Otol* 90, 1976, 12 : 1113-20 /501/177/
115. Snell JA et al : Spironolactone and acute mountain sickness  
*Med J Aust* 1, 1977, 22 : 828 /734/50/
116. Sobolová V et al : Fysiologie tělesných cvičení a sportu  
*Olympia Praha* 1973 /169/143/
117. Steele P : Medicine on Mount Everest  
*Lancet* 2, 1971, 32-9 /37/116/
118. Steele P : Expedition travel and your health  
In : jako ad 10. /86/215/
119. Sutton JR et al : Pulmonary gas exchange in acute mountain sickness  
*Aviat Space Environ Med* 47, 1976, 10 : 1032-7 /729/45/
120. Sutton JR : Spironolactone in acute mountain sickness  
*Lancet* 1977, č. 8016, 856 /740/56/
121. Sutton JR et al : Insomnia, sedation and high altitude. Cerebral edema.  
*Lancet* 1, 1979, č. 8103 : 165 /747/65/
122. Šedivý V : Cíle a průběh II. čs. horolezecké a přírodnovědecké expedice.  
*Teor Praxe těl Vých* 16, 1968, 4 : 194-208 /816/144/
123. Terman JW et al : Changes in alveolar and arterial gas tensions as related to altitude and age  
*J appl Physiol* 19, 1964, 1 : 21-4 /767/87/
124. Theodore J et al : Pathogenesis of neurogenic pulmonary edema  
*Lancet* 1975, č. 7938, 749-51 /784/107/
125. Tilman HW : Practical problems of nutrition  
In : jako ad 10. /81/208/
126. Utz G et al : Prophylaxe der akuten Höhenkrankheit mit Acetazolamid.  
*Münch med Wschr* 1970, 23 : 1122- /762/82/
127. Vaněk M : Vliv nadmořské výšky Mexico City na psychickou složku sportovní výkonnosti  
*Teor Praxe těl Vých* 16, 1968, 7 : 401-8 /778/99/
128. Vlč Z : Zdravotní zajištění expedice  
*Teor Praxe těl Vých* 16, 1968, 4 : 211-6 /817/145/
129. Vlč Z : Kam chodí slunce i lékař  
*Turistiká a horolezecká* 1968, č.3, 100-1 /860/196/
130. Vlč Z : Respirační nemoci ve vysokohorských podmínkách. Přednáška na semináři zdravotníků CHS, Klánovice 1977 /510/
131. Vogt C et al : Netzhautblutungen bei Teilnehmern am Hochgebirgs-expedition  
*Klin Mbl Augenheilk* 172, 1978, 770-5 /730/45/
132. Vosk A : Mediastinal emphysema in mountain climbers  
*Heart Lung* 6, 1977, 5 : 799-805 /875/232/
133. Ward M : Everest without oxygen. In : jako ad 10. /71/201/
134. Weideman H et al : Über das Blutdruckverhalten bei akuter Höhen-exposition in 2320 m und 3457 m üM  
*Schweiz Zeitschr Sportmed* 16, 1968, 1 : 16-22 /764/84/

135. Wiedman N : High altitude retinal hemorrhage  
Arch Ophthalmol 93, 1975, 401 /712/23/
136. Williams ES : Mountaineering and the endocrine system  
In : jako ad 10. /78/205/
137. Weil JV et al : Evaluation of hypoxic ventilatory drive - findings at high altitude. Adv Cardiol 1970, 5, 132 /749/67/
138. Widimský J : Kardiovaskulární systém a námaha  
Avicenum Praha 1975 /892/263/
139. Wiedermann K et al : Infusionstherapie bei kardiopulmonaler Insuffizienz. Z prakt Anästh 1977, 1 : 10-20 /883/252/
140. Wilson R : Acute high altitude illness in mountaineers and problems of rescue  
Ann Intern Med 1973, 78, 421 /795/120/
141. Wolf J : Některé zkušenosti z čs. výprav do masivu Mont Blancu 1955 a 1956. Teor Praxe těl Vých 5, 1957, 604-13 /861/197/
142. Wolf J : Aklimatizace v horolezeckví  
In : Aklimatizace sportovce. Sportovní a turistické nakladatelství Praha 1964 /j15/223/
143. Wolf J : Příspěvek k otázce aklimatizace  
Teor Praxe těl Vých 14, 1966, 9 : 534-40 /854/189/
144. Wolf J : Zdravotnické zkušenosti z I. čs. expedice do Východního Hindukúše.  
Teor Praxe těl Vých 14, 1966, 9 : 540-3 /862/198/
145. Wolf J et al : Urinary excretion of vanillylmandelic and homovanillic acids in mountain climbing  
J appl Physiol 29, 1970, 1 : 51-3 /706/16/
146. Wolf J : Adrenocortical activity in high altitude climbing  
In : jako ad 10. /79/206/
147. Zink R : Medizinische Erfahrungen und Empfehlungen  
In : Stura G : Erfolg am Kentsch. BLV Verlagsgesellschaft München Bern Wien 1975 /63/260/

Poslední čísla v závorkách slouží pro vlastní účely.

MUDr. Ivan Rotman  
Příčná 2  
405 01 Děčín III