MASARYKOVA UNIVERZITA

Vliv prostředí na výkonnost

MUDr.Kateřina Kapounková

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace studijního oboru
Regenerace a výživa ve sportu
(CZ.107/2.2.00/15.0209)

Vliv prostředí může být hlavním faktorem ovlivňujícím výkonnost

Skoro každá veličina zevního prostředí může nabýt extrémních hodnot

Stádia odpovědi na extrémní expozici

- Akutní reakce
- Adaptace
- Vyčerpání
- "Vývojové" přizpůsobení

Akutní ("poplachová") reakce

- Maximální využití rezerv, nespecifická stresová odpověď

  např. pád do ledové vody

- Nebývá trvale udržitelná
- Příliš dlouhá/silná expozice – vyčerpání
- (Titanic)

Adaptace (odolnost)

- Selektivní rozvoj nejvhodnějších specifických způsobů ochrany

  např. otužilci ve Vltavě

- Má meze

  např. ani otužilci by nepřežili ztroskotání Titanicu

”Evoluční" přizpůsobení

- Druh (populace) po mnoho generací

např. Eskymáci
(odolnější k zimě)

Nízký parciální tlak O_2

- **Vysoká nadmořská výška**

Nadmořská výška	% na tlak u hladiny moře
1000 m	89%
2000 m	79 %
3000 m	69%

- **Plicní a srdeční nemoci**
- **Letadla**
  - Dekomprese
  - V kabině normálně tlak ~1800-2500 m

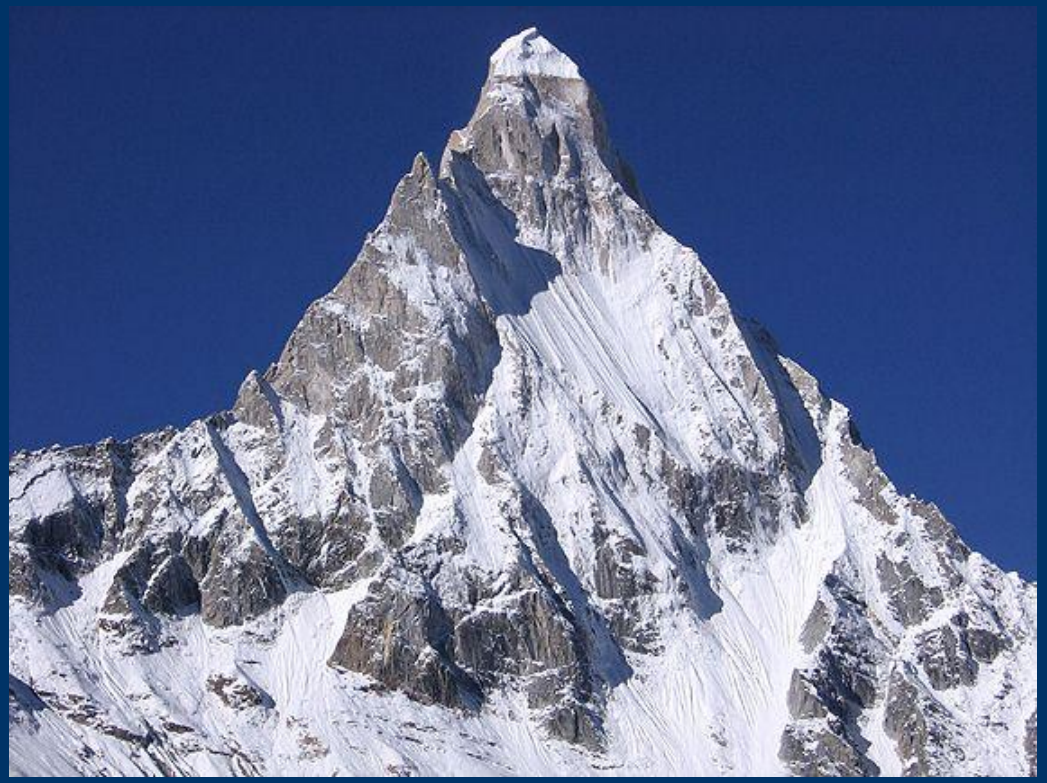
- Výška do 2 500 m:

  - postižena vytrvalost (limitace oxidativní produkce energie)

  - výkony do 1 min (hody, sprinty) nejsou ovlivněny(ATP,CP)

- Velehory
  2 500 - 5 300 m

- prahová výška pro aklimatizaci je 2 500 m
- výskyt AHN : v 3 000 m je asi 20%
  v 3 500 m 40%
- nejvýše položené trvale obývané místo v Peru 5 100 m



- Extrémní výška
  > 5 300 m

Nelze se přizpůsobit

Další faktory ve velehorách

- teplota vzduchu - chlad (~1^{o}C na 150 m)
- ↓ vlhkost (zvyšuje dehydrataci)
- sluneční záření (hlavně UV)
  - menší část odfiltrována vzduchem
  - odraz od sněhu
- Koncentrace bakterií a alergenů ↓ s výškou

  (sterilní vzduch)

Akutní reakce na výšku

od 3 500 m:

- svalová únava
- malátnost
- mentální výkonnost ↓
  (úsudek, paměť, jemná motorika)
  - přispívá k mortalitě ve velehorách
  - pomalu reversibilní
    (kognitivní abnormality rok po Everestu)
- nauzea
- euforie
- bolesti hlavy
- tachykardie, hyperventilace, námahová dyspnoe, noční probouzení, zvýšená diuréza, respirační alkalóza

Akutní reakce na výšku

> 5 500 m:

- křeče

> 7 000 m:

- koma (při S_aO_2 ~ 40-50 %)

Průběh aklimatizace

= stupňovitě po etapách

Nadmořská výška	Délka aklimatizace
3 000 m	2 – 3 dny
4 000 m	3 – 6 dní
5 000 m	2 – 3 týdny
nad 5 300 m	nelze

1. hyperventilace
2. erytropoeza - erytropoetin
3. ↑ difuse plynů do krve
4. vaskularizace tkání

Poruchy adaptace

- Akutní výšková nemoc (AHN)- selhání aklimatizace
- Výškový edém mozku (HACE)- mozková forma AHN
- Výškový plicní edém (HAPE)- plicní forma AHN
- Chronická výšková choroba

Akutní horská nemoc (AHN)

- Aklimatizace pomalejší než výstup
- Častá, zejména po náhlém výstupu do výšky
  - 15-25 % lidí v 2000-3000 m
  - až 67% lidí v 4300 m
- Asi mírný edém mozku (a plic a nohou- vazodilatace díky hypoxii)
- Také oligurie nejasného původu - retence Na^+ a vody

Akutní horská nemoc: příznaky

- Nástup obvykle do 6 hod, ale často až po 12-24 hod
- Vrcholí 2-3 den

Akutní horská nemoc:

příznaky (alespoň 3)

lehká benigní forma

- cefalea
- nespavost
- neúměrná únava
- vertigo
- nechutenství
- nausea, zvracení

těžká maligní forma

- extrémní únava
- ataxie
- desorientace
- nesoustředěnost
- centrální cyanóza (rty)
- klidová dyspnoe
- kašel
- tlak na hrudníku
- tachykardie
- palpitace
- edém nohou

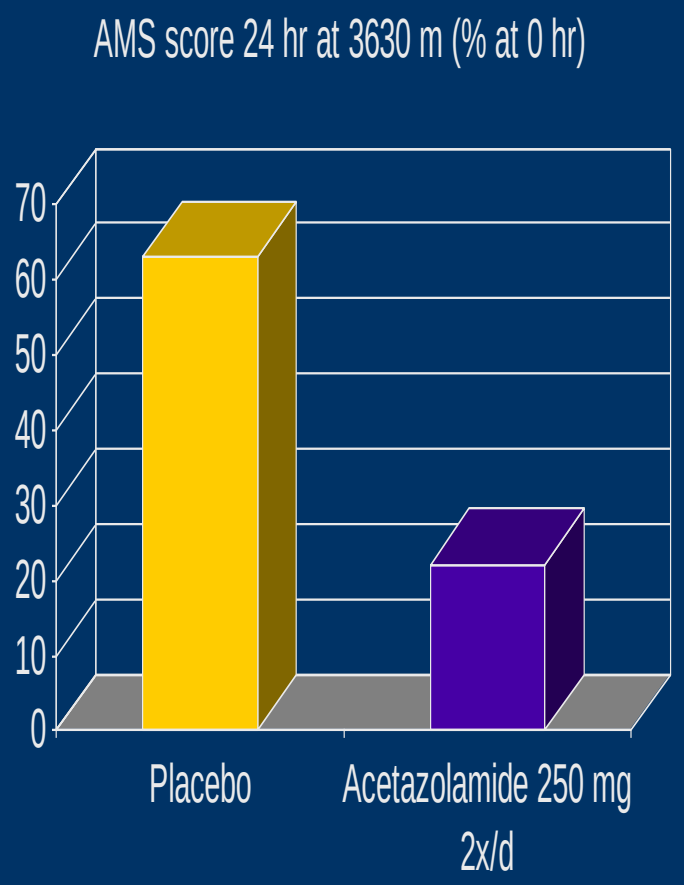
Akutní horská nemoc: léčba

- Obvykle spontánní ústup za 3-4 dny
- O_2 moc nepomáhá
- Diuretika
- **Klid**
- **Zastavit výstup** do odeznění!!!
- Nepomůže-li, sestoupit

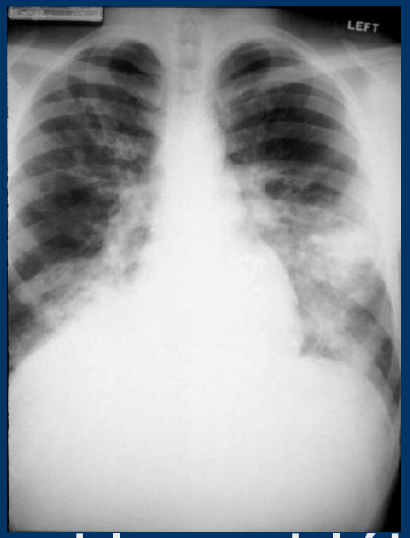
Dexamethason (4 mg po 6 h)

Akutní horská nemoc: prevence

- Pomalý výstup
  - (následující noc max 600 m výš)
- Hodně pít, ne alkohol
- Inhibitor karboanhydrázy acetazolamid
  (250 mg 2x/d, začít předem)
  - ↑ exkrece bikarbonátu
  - ↓ pH (~metabolická acidosa)
  - ↑ dýchání
- Dexamethason (8 mg/d)
- Antioxidační vitamíny

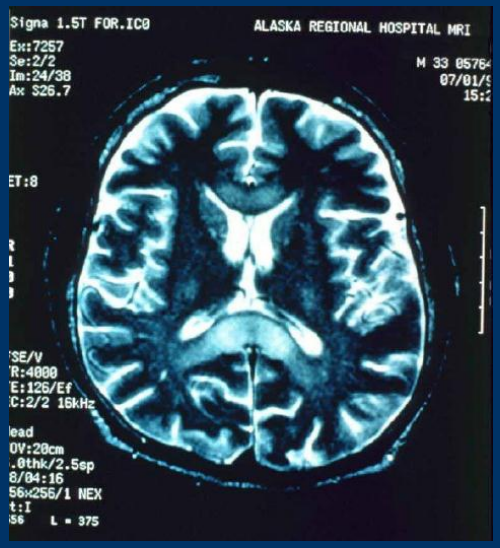


HAPE- plícní forma AHN



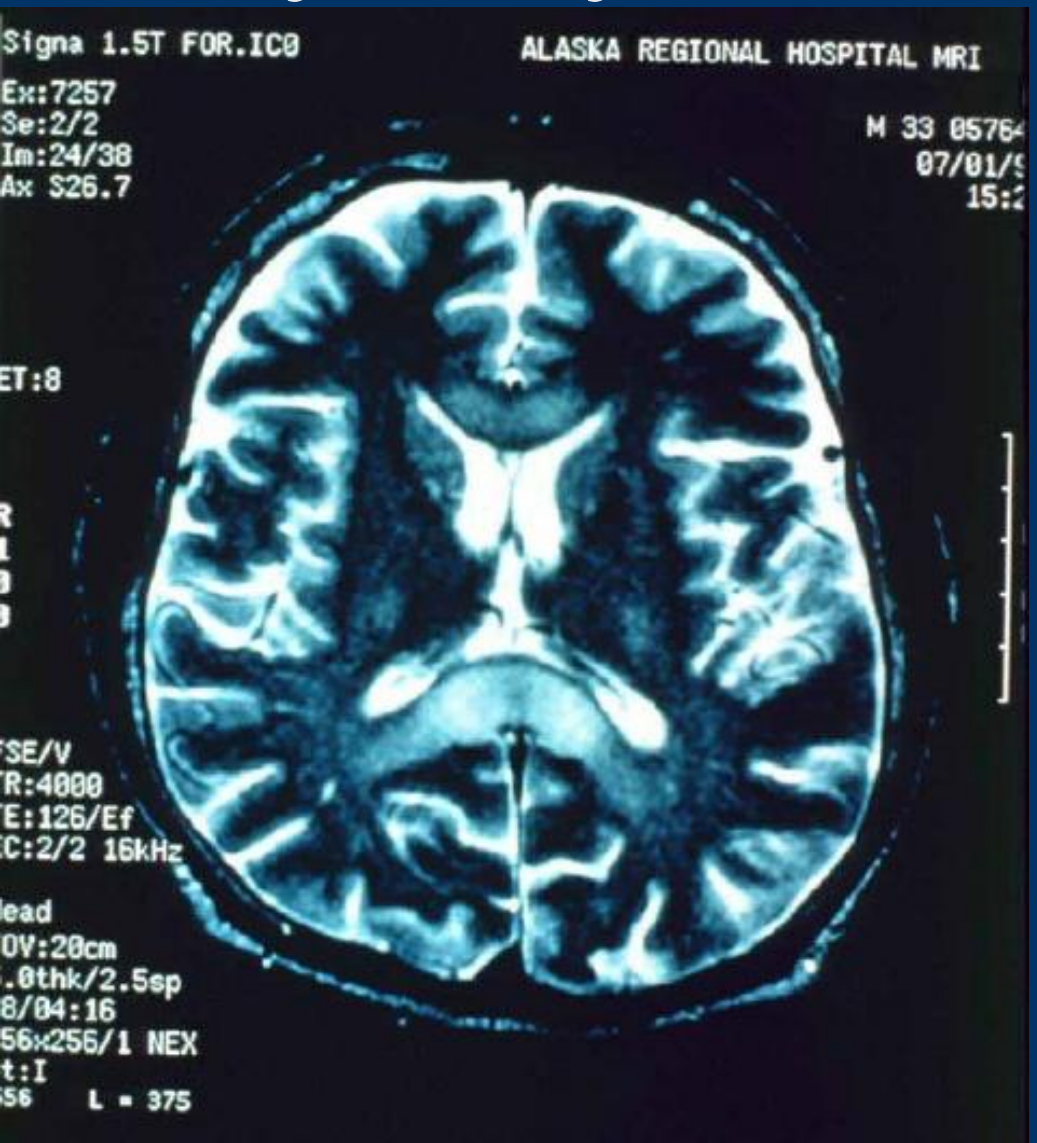
- Nekardiogenní plicní edém
- Velmi odlišný od jiných typů
- V prvních 2-4 dnech výstupu (obvykle rychlého) nad ~2500 m,
  nejčastěji 2. noc,
- Incidence max.15%, asi víc u mužů
- Bez léčby fatální během hodin (výjimečně i s ní; nejčastější příčina smrti ve výšce), jinak kompletní uzdravení bez následků
- Projevy : extrémní únava, slabost, kašel, dyspnoe v klidu

HACE- Mozková forma AHN



- edém mozku
- vzácný, někdy společně s HAPE
- Po pokračování ve výstupu s akutní horskou nemocí
- Projevy : připomínají hypotermii (snadná záměna)
  - silná bolest hlavy
  - iracionalita, zmatenost, letargie
  - halucinace
  - cerebelární ataxie (chaotické pohyby jako při opici)

Výškový edém mozku



- Léčba:
  - **Okamžitý sestup!!!**
  - O_2
  - Dexametason
- Prognóza:
  - Bez léčby
    fatální během hodin
  - S léčbou obvykle
    uzdravení bez následků

Další zdravotní problémy

- periferní výškové otoky

  v 4 200 m z 18% (ženy 28%, muži 14%)
- výšková retinopatie (krvácení do sítnice)

  nad 4 000 m 50 - 90% (v oblasti žluté skvrny – trvalá ztráta zraku)
- trombózy
- embolie
- sněžná slepota (keratitis solaris)

Vysoký tlak: potápění

Jak dlouho vydrží pod vodou:

- Vorvani a delfíni: 2 hod
- Velryby a tuleni: 18 min
- Bobr, kachna: 15 min
- Krysa, králík, kočka, pes: 2-4 min
- Člověk: ~1 min
  - Akvabely: PaO_2 30-35 mmHg
  - Korejské lovkyně perel: 2 min (20-30 m, 20x za hodinu)
  - Free divers: 8 min. 6 sec.

Pod vodou

- Tlak ↑ o 1 atm na každých 10 m

- Aby plíce nekolabovaly, musí vdechovaná směs přicházet pod ↑ tlakem

Dekompresní (kesonová) nemoc

- vzniká expanzí plynů v dutinách a tvorbou bublin
- při vynořování tvorba bublinek v krvi a tkáních supersaturovaných plynem rozpuštěným během expozice ↑ tlaku
- povrch bublinek je thrombogenní -> vznik komplexů bublinky-proteiny-destičky
- problémy, až když to plicní cirkulace nestačí odfiltrovat (PAP ↑ o ~20 mmHg)

Projevy :bolesti svalů, kloubů; až i paralýza, kolaps, bezvědomí; dyspnea (často předchází vážnější problémy), plicní edém, embolie

Dekompresní nemoc

- Až po delší expozici
  - dusíku to trvá dlouho, než saturuje tělesné tekutiny (špatná rozpustnost)
  - zejména málo vaskularizovaný tuk (N_2 se v něm rozpouští nejvíc)
- Pohyb to zhoršuje
- He se hůř rozpouští než N_2

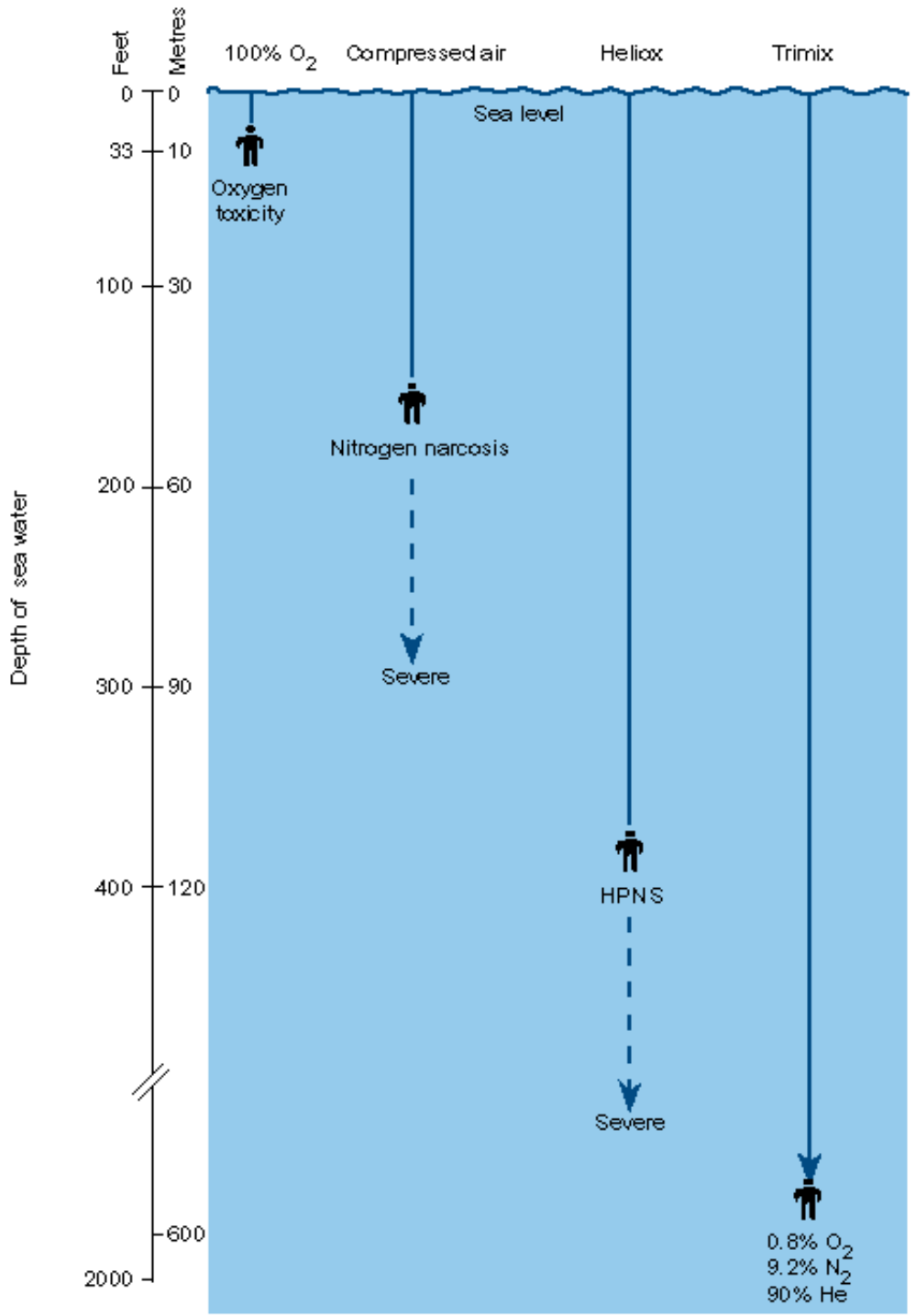
Dekompresní nemoc

- Léčba:
  - Rekomprese a pomalá dekomprese v hyperbarické komoře
  - Lze zrychlit hyperbarickým O_2
    - nedodává se žádný další N_2
    - ↑ difuse O_2 do ucpaných oblastí
- Prevence
  - pomalé vynořování
  - dny/týdny v přetlakové nádrži

Vysokotlakový nervový syndrom (HPNS)

- Pod 130 m
- Hyperexcitace nervů tlakem
  - třes rukou
  - nausea, závratě
- Horší při rychlejším ponořování
- Omezují to tlumivé účinky N_2 (“Trimix”)

Hloubka potopení s různými plyny



Barotrauma

= patologické změny vznikající přetlakem plynů v tělních dutinách

- nosní dutiny
- zubní kazy
- střední ucho (při ucpání Eustachovy trubice)
- střevní plyny
- alveoly (pokud se při vynořování nevydechuje)