



MASARYKOVA UNIVERZITA

Vliv prostředí na výkonnost

MUDr. Kateřina Kapounková



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



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:

- postížena 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 ($\sim 1^{\circ}\text{C}$ 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. erythropoeza - erythropoetin

3. ↑ difuze 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
- O₂ 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

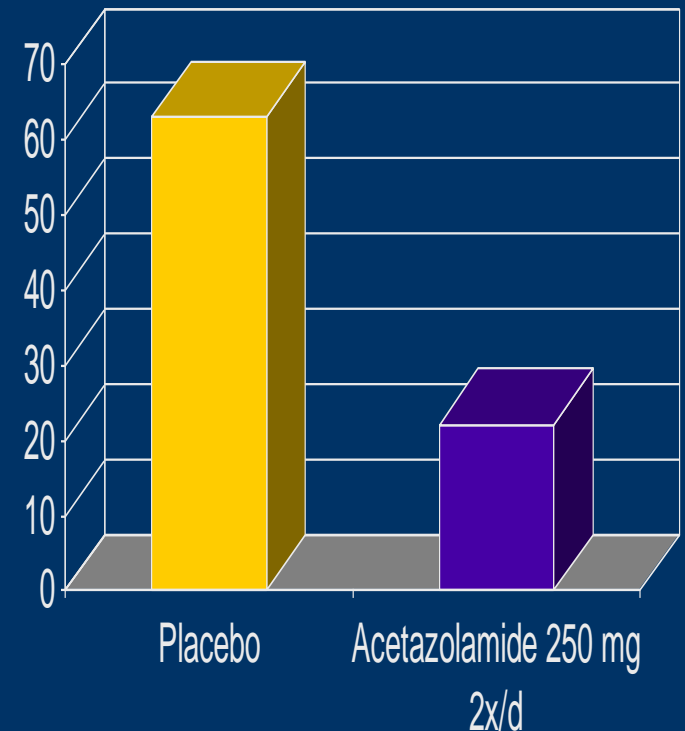
(250 mg 2x/d, začít předem)

- ↑ exkrece bikarbonátu
- ↓ pH (~metabolická acidosa)
- ↑ dýchání

■ Dexamethason (8 mg/d)

■ Antioxidační vitamíny

AMS score 24 hr at 3630 m (% at 0 hr)



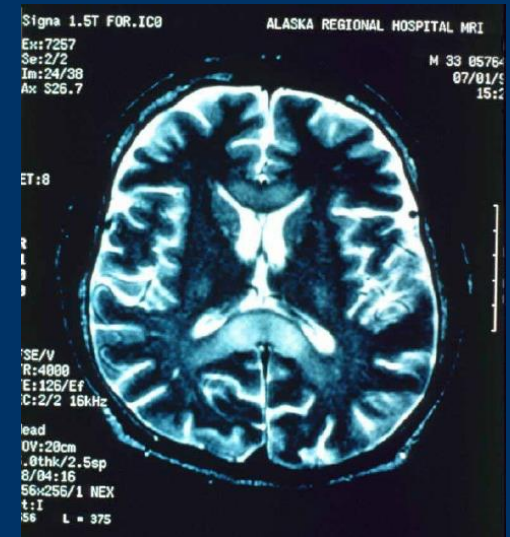
HAPE- plicní forma AHN



- 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!!!
- O₂
- 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: PaO₂ 30-35 mmHg
 - Korejské lovkyně perel: 2 min (20-30 m, 20x za hodinu)
 - Free divers: 8 min. 6 sec.



Pod vodou

- Tlak \uparrow o 1 atm na každých 10 m
- Aby plíce nekolabovaly, musí vdechovaná směs přicházet pod \uparrow 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



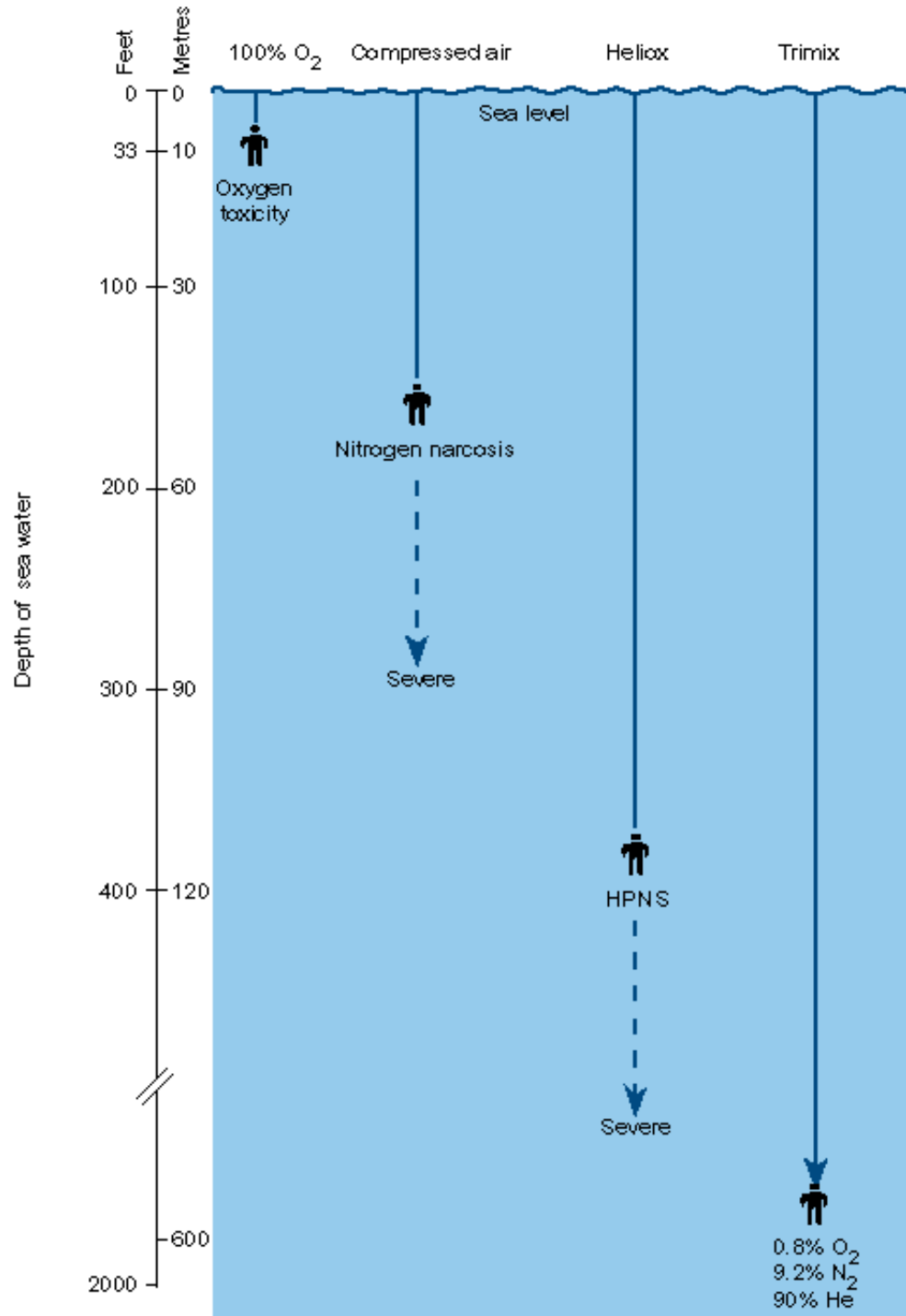
Dekompresní nemoc

- Léčba:
 - Rekomprese a pomalá dekomprese v hyperbarické komoře
 - Lze zrychlit hyperbarickým O_2
 - nedodává se žádný další N_2
 - \uparrow difuze 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 N₂ (“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)