

Environmentálna biofyzika

Interakcie mechanických & meteorologických faktorov s ľudským organizmom

Ján Jakuš

1. Účinky gravitácie

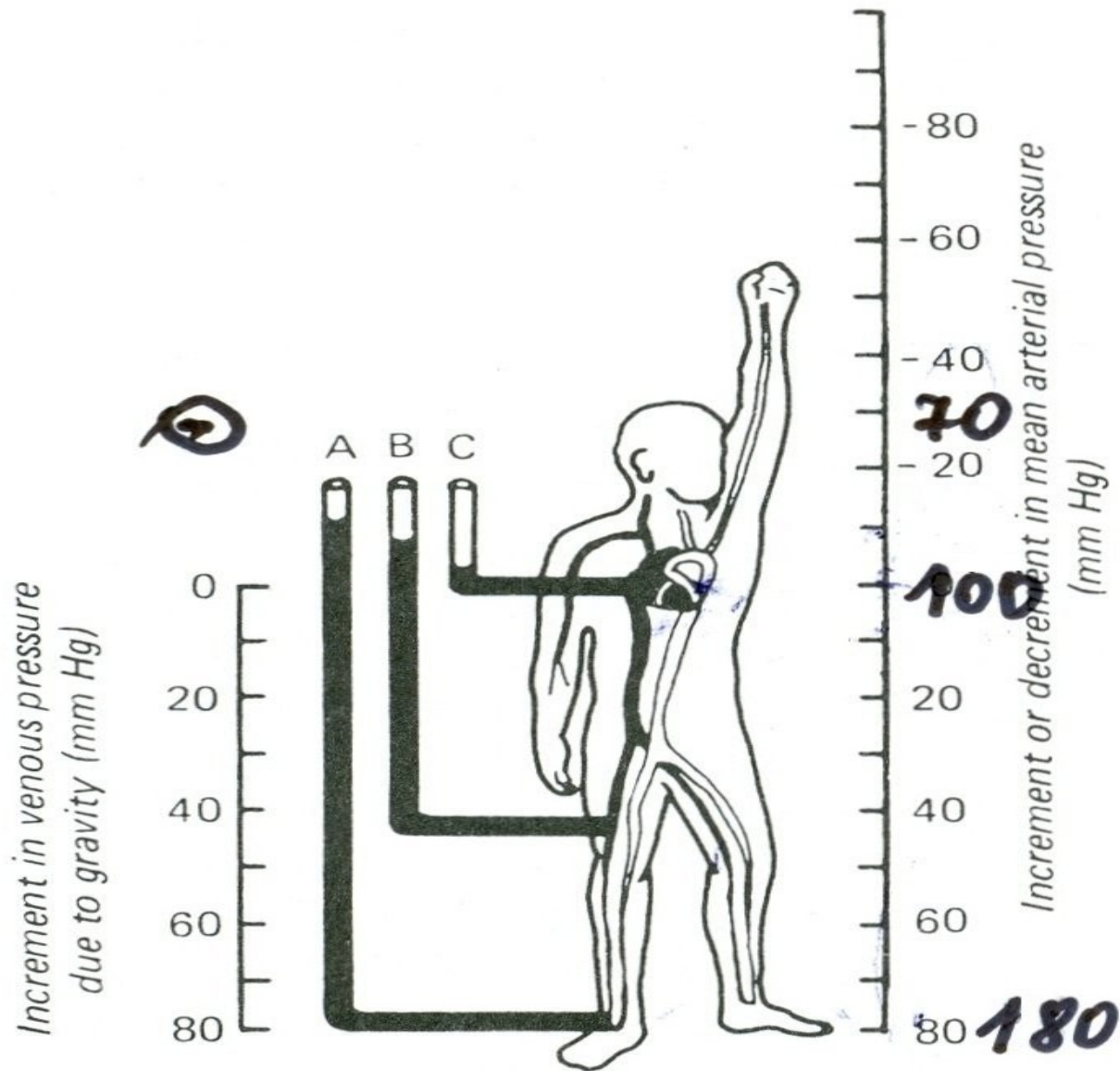
Gravitácia- (rotácia Zeme, gravitačné zrýchlenie $9,81 \text{ m.s}^{-2}$, $1g$)- ovplyvňuje všetky hmotné telesá

Gravitácia podmieňuje Hydrostatický tlak kvapalín v tele: $P_H = \text{hustota } (\rho) \cdot \text{gravitácia } (g) \cdot \text{výška } (h)$
- uplatňuje sa len u stojaceho človeka (ortostáza)!!

Gravitácia vedie ku **vyšším hodnotám tlaku krvi** meraným pod úrovňou srdca a k **nižším tlakom** meraným nad srdcom. **Tlakový rozdiel** spôsobený gravitáciou je: **$0.77 \text{ mm Hg/ 1 cm výšky}$** .

V artériách nohy u stojaceho človeka je $TK_a = 180 \text{ mmHg}$, na úrovni srdca $TK = 100 \text{ mmHg}$, v artériách mozgu $TK = 70 \text{ mmHg}$. Vo vénach nohy $TK_v = 80 \text{ mm Hg}$, v úrovni srdca $= 0 \text{ mmHg}$, vo vénach hlavy $= - 10 \text{ mmHg}$ (negatívny podtlak - sací účinok, embólia...)

Tlaky krvi u člověka v stoji (ortostáza)



2. Účinky pret'azenia- zrýchlenie, spomalenie. Stav beztiaže.

Pret'azenie: 1. **pozdĺžne** - kladné (+ g) - pôsobí **zhora nadol**, t.j. proti smeru pohybu objektu
- záporné (- g) - pôsobí **zdola nahor**, proti smeru pohybu objektu
2. **priečne** (pôsobí v smere **chrbát-hrudník**, alebo **hrudník-chrbát**, kolmo na smer pohybu objektu)

Kladné pret'azenie (zhora-nadol) pri štarte rakety, v centrifúge, alebo pri pohybe rýchlovýt'ahu nahor (+ g) tlačí krv z hlavy do nôh. Vznikajú príznaky **nedokrvenia** mozgu (napr. **biela slepota** keďže sa odkrviuje mozog i sietnica, alebo až **bezvedomie**). Pret'azenie + 5g vedie ku hromadeniu krvi a tlaku 400 mm Hg v žilách nôh).

Záporné pret'azenie (-g) zdola -nahor: červená slepota (preplnenie ciev sietnice krvou)

Ochrana: antigravitačný oblek-dvojité steny, vzduch.

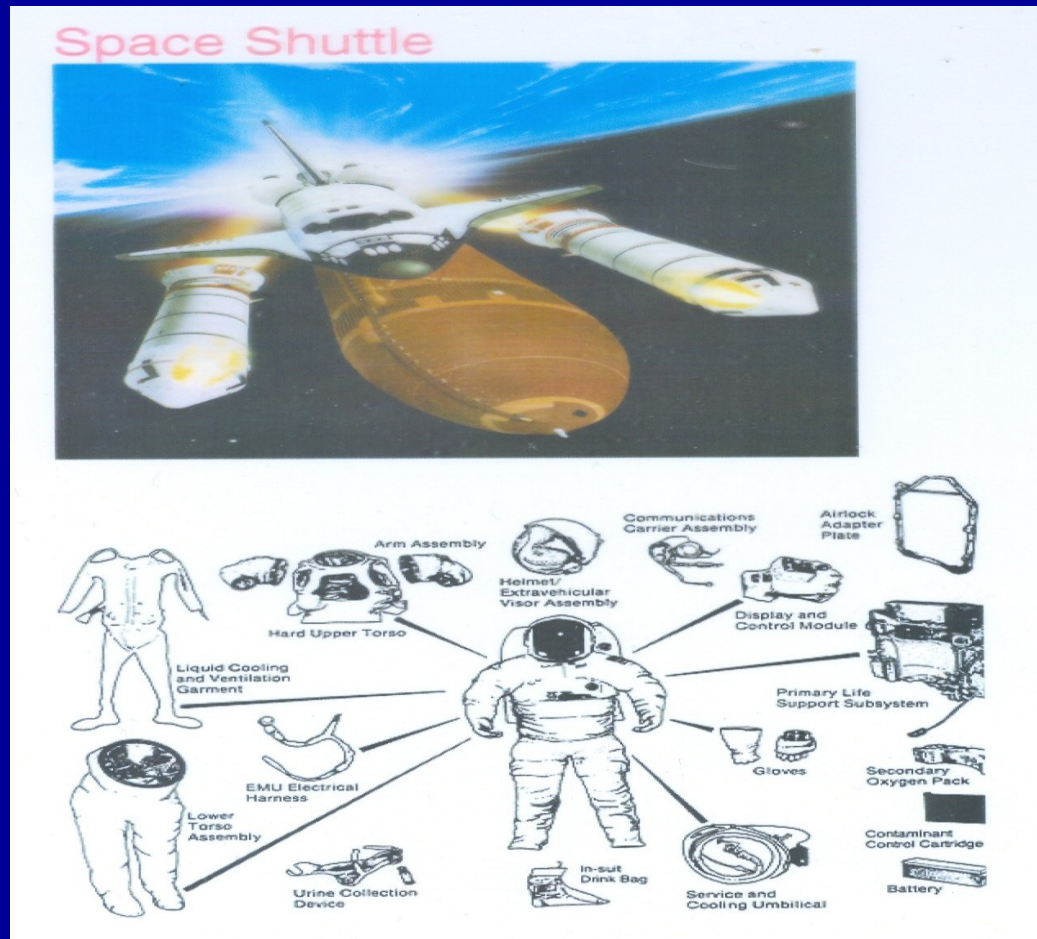
Priečne pret'aženie

Človek lepšie znáša pret'aženie **priečne** než pret'aženie **pozdlžne**.

Priečne pret'aženie môže pôsobiť v smere **hrudník - chrbát** (kozmonauti znesú až 17g/ 4 min), alebo v smere **chrbát - hrudník** (16 g / 3 min). Preto kozmonauti štartujú aj pristávajú **v ležiacej polohe**.

Nevol'nosť v kozme (sick siccness)- druh kinetózy so symptómami - nausea, zvracanie, bolesti hlavy, závrat, zmeny v činnosti srdca, dýchania, v reakčnom čase,etc.

Stav beztiaže – v neprítomnosti gravitácie kozmonauti strácajú minerály (**dekalifikácia**), svalovú hmotu (**strata bielkovín**) a vodu (**dehydratácia**). Ich stav sa podobá dlhodobému ležaniu (chýba aferentácia z proprioreceptorov) dlhodobé lety – umelá gravitácia.



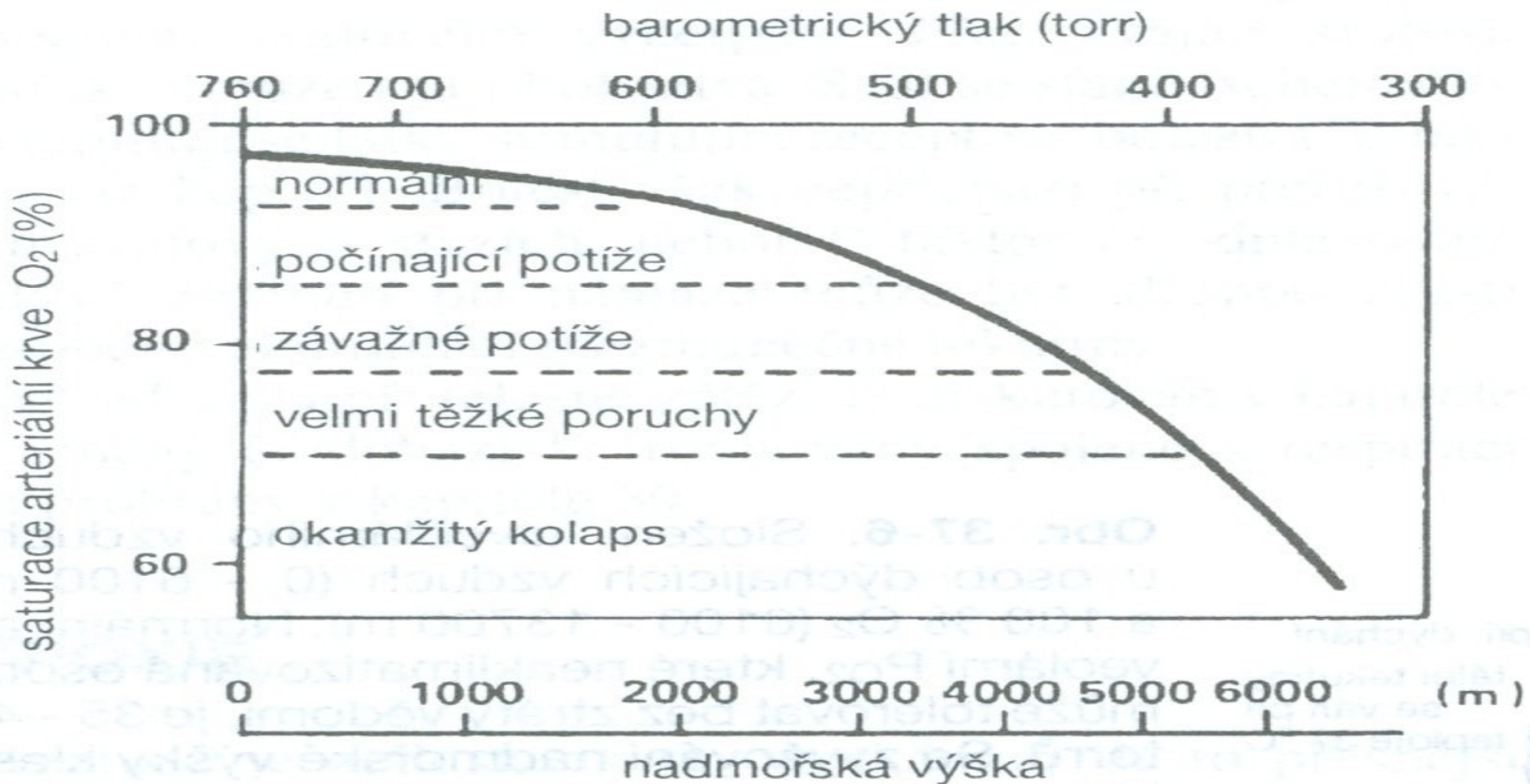
3. ÚČINKY NÍZKEHO ATMOSFÉRICKÉHO TLAKU (Hypobaria)

Účinky *hypobarie* sa prejavujú u horolezcov a ľudí pri výstupoch nad 3 000 - 8000 m. Percentuálne zloženie vzduchu sa tam nemení (**objemové % O_2 , N_2 , CO_2 zostávajú**), ale klesá celková hodnota **atmosférického tlaku**, a tým klesajú aj hodnoty **parciálnych tlakov PO_2 , PN_2 ...** (Daltonov zákon)



výška v [m]	tlak vzduchu v [mmHg]	O ₂ -parciálny tlak v atmosfére v [mmHg]	parciálny tlak kyslíka v pľúcach v [mmHg]
0 = nadmorská výška	760	149	105
2000	596	115	76
3000	528	100	61
4000	462	87	50
5000	405	75	42
6000	354	64	38
7000	308	55	35
8000	267	46	32
10000	199	32	.
14000	108	12	.

Účinky hypoxie- sa môžu dostaviť už pri výstupe cca 3200 m (začínajúce obtiaže), veľmi ťažké sú pri výškach cca 6000m (až strata vedomia). Príčinou je **akútna hypoxia** (prudký pokles PO_2 vo vdychovanom vzduchu)



Obr. 37-7. Akutní působení hypoxie na osobu pobývající v různé nadmořské výšce.

Príznaky hypoxie. Horská choroba, Aklimatizácia

Symptómy chronickej hypoxie (trvá niekoľko hodín až dní) dychová nedostatočnosť, závraty, bolesti hlavy, strata orientácie, nausea, zvracanie, tachykardia – sú typické pre „**Horskú chorobu**“

Symptómy akútnej hypoxie (trvá niekoľko minút) Edém pľúc (opuch a voda v pľúcach), edém mozgu, kolaps, bezvedomie, smrť (typické aj napr. pri náhlej dekompresii v lietadle)

Aklimatizácia: je potrebná ako prevencia hypoxie. Počas 3 týždňov výstupu horolezci musia robiť prestávky v základňových táboroch s trvaním 2-3 dni. Vyplavuje sa hormón ERYTROPOETÍN z obličiek a tento stimuluje tvorbu červených krviniek v kostnej dreni. Takto sa **hypoxia** kompenzuje **zvýšením počtu erytrocytov.**

4. Účinky vysokého tlaku vzduchu - hyperbária

Počas potápania – okolitý tlak vody na telo potápača postupne stúpa o **1 atm** (760 mmHg, 101 kPa) na každých **10 m** hĺbky. Tlak vody stláča hrudník potápača a ten aby mohol dýchať musí si regulačným ventilom nastaviť tlak pod akým vdychuje zmes stlačeného vzduchu príp. O₂ a Héliu, z tlakovej nádoby.



Kesonova choroba- z dekompresie

Vdychovanie stlačeného vzduchu (3-4 atm) vedie podľa Henryho zákona ku 3-4 násobnému zvýšeniu množstva **fyzikálne rozpustených plynov** - N_2 , O_2 , CO_2 v tele. O_2 sa spotrebuje bunkami, CO_2 sa odstráni vydychovaním, len N_2 zostáva a rozpúšťa sa v tukovom tkanive a v mozgu. Vzniká tzv. „**syndróm opojenia hlbunami**“ čo je stav tzv. N_2 „narkózy“. Potápač stráca opatrnosť, cíti sa „happy“. Problém vzniká ak sa chce rýchlo vrátiť na hladinu. Vtedy **pri rýchlej zmene vyššieho tlaku na tlak nižší** vznikajú príznaky „**Kesonovej choroby**“ - N_2 bubliny sa uvoľňujú z tkanív a môžu spôsobiť až upchatie ciev (**embolizáciu**). Tento stav sa podobá otvoreniu minerálky, kedy sa tlaky vo fľaši a vo vzduchu náhle vyrovnajú a z fľaše unikajú bubliny (**evázia**). Obdobná je tzv. **explozívna dekompresia**, pri náhlom poklese tlaku v lietadle (krv “zovrie” - edém pľúc, smrť)

Príznaky Kesonovej choroby. Liečba- hyperbarická komora

- Silná bolesť v kĺboch a v kostiach,
- Intenzívne svrbenie kože,
- Poruchy dýchania a rytmu srdca
- Možné bezvedomie a smrť (pľúcny edém)

Prevenencia vzniku Kesonovej choroby:

- Namiesto stlačeného vzduchu sa používa zmes vzduchu, O_2 a He
- Potápač má robiť pri výstupe na hladinu **prestávky** (napr. ak pracoval v hĺbke 60 m, musí urobiť tzv. „fyziologickú dekompresiu“ t.j. vystupuje pomaly až 90 min. s niekoľkými prestávkami, počas ktorých hyperventiluje (hlboko a rýchlo dýcha, čím vydychuje N_2 a CO_2)

Liečba:

Rýchla rekompresia a potom pomalá dekompresia

Hyperbarická komora a Hyperbarická Oxygenoterapia

Hyperbarická komora je špeciálna nádoba na liečbu **Kesonovej choroby, otravy CO a na liečbu Clostrídiovej infekcie** (Clostrídiá sú anaérobne baktérie ktoré zabíja O_2). Pacient dýcha stlačený vzduch, príp. obohatený o O_2 pod tlakom 4 - 8 atm. Čím je vyšší tlak stlačeného vzduchu v komore, tým viac je v plazme fyzikálne rozpusteného O_2 (pozri **Henryho zákon**)



Prajem Vám pekný a úspešný deň !

