http://www.ceskatelevize.cz/porady/1000000085-univerzita-karlova-on-line/214251000750022-jak-prezit-tam-kam-by-ani-psa-nevyhnal/video/

Gravitační přetížení

- Rakety (3-9 G), letadla, pády z výšky, srážky
- G = násobek normálního gravitačního přetížení
- + přetížení od hlavy k nohám, - opačně

Pozitivní podélné G

- Člověk vydrží v sedě:
  - 4 G asi 40-50 sec
  - 15-20 G asi 1 sec
    (ve stoje míň, vleže trochu víc)

Pozitivní podélné G

2 G:
- těžké, hůř ovládané končetiny

3-4 G:
- vzpřímená poloha je problém
- udržet otevřené oči je namáhavé
- dýchání je namáhavé

4-6 G:
- gray-out za několik vteřin, pak black-out

20 G:
- fraktura obratlů

“Gray-out/black-out"

+5G: tlak v žilách nohou 450 mmHg

- distenze žil nohou a břicha
- přesun krve dolů
- drasticky ↓ žilní návrat
- tlak krve ↓ (k ~20 mmHg; přechodně, pak to částečně upraví baroreceptory)
- odkrvuje se mozek a sítnice
- zšednutí zorného pole
- po desítkách sec ztráta vidění, pak vědomí

Pozitivní podélné G

- Trochu pomáhá anti-G oblek
  - tlačí vodou nebo motorizovanými polštáři na nohy a břicho
  - nezabrání posunu srdce a bránice směrem k břichu (proto limit ~10 G)
- Trénink:
  - komprese břicha předklonem a stahem břišních svalů
  - ↑ nitrohrudní tlak

Pozitivní příčné G

- Start rakety skoro 10 G (raketoplán 4G)
- Největší tolerance G je vleže (10-17 G až 3 min)
- Nejvíce namáháno dýchání
  - hypoventilace

Negativní G

- Hlavně letecká akrobacie
- Snáší se hůř než + G
- Vysoké tlaky v mozkových cévách
  - i když proti působí stejným směrem centrifugovaný mozkomíšní mok
  - to ale neplatí pro sítnici - proto red-out
- Otok obličeje, nebezpečí krvácení do mozku

”Red-out"

- Nával krve do sítnice
- Zčervenání zorného pole
- Rychle následuje ztráta vidění

Beztíže (mikrogravitace)

Denis Tito v beztíži

- Vnímání polohy
- Přesuny vody
- Kosti a svaly

Při vesmírném letu

- Přetížení při startu a návratu
- Beztíže
  - na oběžné dráze ~200 km zbytek gravitace vyvažován odstředivou silou
- Radiace
  - ale třeba při letech Appolo menší než při rtg vyšetřeních
  - při delších letech horší

Vnímání polohy

- Střední ucho
  - polokruhovité kanálky
  - otholity
- Mechanoreceptory ve svalech a šlachách
- Taktilní receptory v kůži (hl. ploska nohy)
- Vizuální podněty

Vnímání polohy v beztíži

- Disociace gravitačně závislých a visuálních vjemů
- Poruchy prostorové orientace
  - „Cloumání s raketou“ místo kliků
  - Náhlý obrat vzhůru nohama při vstupu do beztíže
  - Posléze: dole je tam, kde jsou nohy
- Syndrom adaptace na vesmír

Syndrom adaptace na vesmír

- “Mořská” nemoc z nesouladu mezi visuálními, taktilními a gravitačními vjemy
- Nechutenství, pocení, závratě, bolest hlavy, poruchy soustředění, nevolnost, zvracení
- Začíná po 1 hod - 2 d
  trvá až 4 dny, odeznívá spontánně
- Asi u 50% astronautů
- Dá se simulovat „virtuální realitou“

Přesuny vody

- Voda se přesunuje ↑ (hlava, hrudník)
- Každá noha ztrácí ~ 1l tekutiny (10% objemu) během 1. dne
- Napomáhá tomu ↑ objemu hrudníku (↓ váha jeho stěny)
- Otok obličeje, nosní kongesce, "rýma" po celou dobu beztíže
  - proto astronauti před letem málo pijí

Přesuny vody v beztíži

- ↑ objem krve v hrudníku → ↑ tepový objem a srdeční výdej
  - CO ale posléze ↓ (neakativní svaly ho méně potřebují)
- distenze atrií → ↑ ANP → ↑ diuréza „koriguje“ vnímanou hypervolémii

↑ H_2O v horní polovině těla

→ ↑ tlak v renálních arteriolách

→ ↑ glomerulární filtrace (až +20%)

↓ RAS

→ ↓ aldosteron → ↓objem plasmy (o 10-20%)

dehydratace tkání

- Normalizuje se brzy po návratu

  Nejdřív ale ortostatická intolerance
  (↓ tepový objem ve stoje, protože ↓ objem krve a přesunuje se do nohou)

Přechodná anémie

- ↓ hematokrit (o 15% za 2 týdny)
- Po 2 měsících téměř normalizace
- Nejdříve dehydratace →
  ↑ relativní hematokrit →
  ↓ erythropoesa
  (↓ potřeba O_2 kvůli ↓ aktivitě svalů)
- Krvinky dokonce nejasným způsobem odbourávány

Hematokrit po návratu

- Nejdříve dále ↓
  (normalizuje se objem plasmy)
- Pak normalizace během několika týdnů

Srdce

↓ objem krve
↓ namáhavost pohybu a postoje
→ ↓ nároky na srdce
→ ↓ velikost a výkonnost srdce

- Normalizace během pár týdnů po návratu

Kosti a svaly

- Kosmonauti "povyrostou“ (na páteř nic netlačí)
- Ztráta asi 1-1.5 % kostní hmoty (a Ca^{2+}) za měsíc po celou dobu letu
- Usilovné cvičení to nezastaví, jen trochu zpomalí
  - nejúčinnější je běhátko s nohama v podtlakové komoře

Ztráta kostní hmoty

- Zastavuje se až asi měsíc po návratu
- Ne zcela reverzibilní ???
- Osteolýza: ↑ Ca^{2+} v plazmě
  → ↑ riziko ledvinových kamenů

Svaly v beztíži

- Atrofují
- Pomalé (na podporu váhy těla) se mění na rychlé
- ↓ myosin
- ↓ proteosyntéza
- Ve svalech ubývá cév a nervových zakončení

Spánek

- mizí chrápání a poruchy spánku dané špatnou průchodnosti horních dých. cest
- přitom kosmonauti spí míň
  - možná proto, že spí líp?

Re-entry

- Hl. problém: ortostatická intolerance
  - ↓ objem krve
  - ↓ arteriální tonus v nohách
  - rozumná normalizace během hodin

Suché horko

- Typicky pouště (1/5 souše), ale i jinde
- Člověk se zřejmě vyvinul v aridních končinách
- Na slunečné pláži u moře je 4x víc radiace (odražené) než na louce

Řízení termoregulace

- Hypothalamická centra
  - přední - odpověď na teplo
  - zadní - odpověď na chlad
- Senzory teploty krve v hypothalamu a velkých cévách
- Sympatikus:
  - periferní arterioly (NA)
  - potní žlázy (ACh)

Ztráty tepla

- Vedením
  - málo účinné z hlubších vrstev
- Radiací
- **Vypařováním**
  - vlhkost kůže, potní žlázy
  - kožní vazodilatace
    (↑ srdeční výdej, konstrikce splanchniku
    -> GI obtíže)
  - funguje i při
    teplotě těla > teplota okolí

Další mechanismy

- Ztráta tepla vypařováním respirace u lidí málo významná
  (jen minimální ↑ respirace)
- ↓ tepelné produkce snížením aktivity je až 2. obrannou linií

Adaptace na horko

- Během 1-3 týdnů
- ↑ kardiovaskulární výkonnost
- ↑ RAS
- ↓ ztráty NaCl potem a močí (↑ aldosteron)
- ↑ objem plasmy
- ↑ maximální schopnost pocení (2x)

Hyperthermie

- Krátkodobě 43°C (hypothalamus) - OK
  (dospělí)
- Delší dobu nad 40°C → poškození hypothalamického centra → selhání thermoregulace
- Přehřátí → ↑ metabolismus → ↑ přehřátí
- 45 °C smrt skoro jistá
- nad 50 °C dekompozice buněk a tkání

Hypertermie

- Tepelné vyčerpání
  - mírnější problém z deplece vody a solí
    - žízeň, slabost, úzkost,...
    - teplota jádra <40C
- Termoregulační selhání
  - život ohrožující
    - teplota jádra > 40°C + dysfunkce CNS (nervy jsou na hypertermii nejcitlivější):
      - apatie, zmatenost, podrážděnost, hostilita, bolest hlavy, nausea/ zvracení, připomíná opilost
      - nakonec delirium, křeče, koma

Termoregulační selhání

- Víc tepla, než se tělo dokáže zbavit
  - hodně tepla z venku
  - velká vlastní tvorba tepla
- Často fatální nebo dlouhodobé neurologické následky

- Hypotenze (z dehydratace) -> omdlévání
- Tachykardie, tachypnea (pokus o kompenzaci hypotenze)
- Kůže nejdřív červená (vazodilatace pro dissipaci tepla), později bledá (vazokonstrikce pro kompenzaci hypotenze)
- Hypoperfuze GIT + jeho teplem zvýšený metabolismus -> ischemické poškození bariérové funkce -> endotoxemie -> cytokiny, aktivace koagulace, další zhoršení termoregulace

Riziko termoregulačního selhání

- staří
- děti
- osamělí
- mentálně postižení
- neschopnost zvýšit srdeční výdej (do kůže a kvůli teplem zvýšenému metabolismu)
  - choroby, léky (diuretika)
- na kokainu, amfetaminech,...

Co s tím

- Ochladit
  - led na krk, podpaží, břicho, omývání kůže studenou vodou - ne ledovou, aby se nedělala vazokonstrikce
- Expanze plasmy (voda, soli)
- Léčit orgánová selhání
  - respirační, crikulační, renální

Vlhké horko

- V deštných pralesích (30 % souše) poměrně málo domorodců, asi tam zahnáni úspěšnější konkurencí
- Malé variace teploty vzduchu okolo teploty kůže, humidita 70-100%, bezvětří, ale málo přímé sluneční radiace
- Přizpůsobení mnohem obtížnější než na suché horko (neúčinnost pocení)

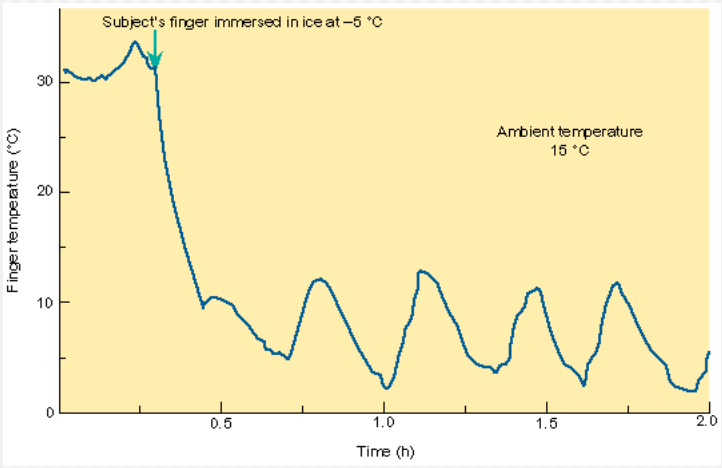
Chlad

- ↑ svalový tonus (↑ tepelné produkce)
- Třes - klíčový
  - současné záškuby antagonistických svalů
  - ↑ tvorbu tepla 2-3x
  - při adaptaci se víc třesou svaly uvnitř těla - efektivnější ohřívání jádra
- Netřesová termogeneze
  - menší savci (hl. po hibernaci)
  - člověk: novorozenci

Periaortální BAT

- i u lidí umí významně ohřívat protékající krev (při SNS aktivaci)
- rozpřažení oxidativní fosforylace thermogeninem ⟶ akumulace ATP nebrzdí exotermní reakce elektrontransportního řetězce

“Hunting phenomenon”



Raynaudův fenomén

- Maurice Raynaud 1862
- zmodrání prstů v chladu
- přechodná ischémie prstů