

Vliv gravitace na lidský organismus

Gravitace

Mezi Zemí a každým tělesem, tedy i člověkem, působí síla, která zapříčiňuje pohyb tělesa směrem k Zemi. Na zemském povrchu jsou gravitační síly charakterizované tíhovým (gravitačním) zrychlením g , které je dáno vztahem:

$$g = \kappa \frac{M}{R^2}$$

kde M je hmotnost Země, R je její poloměr a κ je gravitační konstanta.

Hodnota gravitačního zrychlení se mění od rovníku k pólům. V našich geografických šířkách odpovídá hodnotě asi $9,780 \text{ m/s}^2$.

Přetížení organismu

Obvykle se udává v násobcích gravitačního zrychlení.

Kladné přetížení

Nastává, pokud síla směřuje od hlavy k nohám. Při hodnotách **vyšších než 5 g** dochází k výraznému hromadění krve v dolních končetinách, zatím co nedokrvení mozku může vést až ke ztrátě vědomí a nedokrvení sítnice, jenž může způsobit tzv. bílou slepotu.

Záporné přetížení

Nastává, pokud síla směřuje od nohou k hlavě. Krev se hromadí v hlavě. Při hodnotách **vyšších než 3 g** vzniká tzv. červená slepota a v důsledku překrvení může dojít až ke krvácení do sítnice a k porušení mozkových kapilár.

Krátkodobě člověk dokáže snést přetížení až do 30 g. Hrozí však nebezpečí poškození vnitřních orgánů, svalů nebo zlomenin kostí. Při dlouhodobějším působení menších přetížení může dojít ke ztrátě zraku nebo pohyblivosti.

Vliv gravitace na lidský organismus na Zemi

Organismy, včetně člověka se evolučně přizpůsobily neustále působící zemské gravitaci. Téměř všechny mechanismy v lidském organismu jsou nějakým způsobem spojené nebo adaptované na gravitaci. Tuto adaptaci můžeme demonstrovat na různých příkladech:

- svaly jsou přizpůsobeny na překonávání gravitace a zabezpečují pohyb těla proti gravitaci,
- rovnovážný orgán ve vnitřním uchu, který informuje o poloze těla na základě působení gravitační síly,
- chlopně žil, které působí také proti gravitaci a zabezpečují zpětný oběh do srdce,
- srdce vytváří dostatečný tlak na to, aby vytlačilo dostatečný objem krve proti směru tíže,
- gravitace pomáhá při vylučování látek z těla ven.

Člověk snáší dobře jakoukoliv rovnoměrnou rychlost, ale hůře reaguje na opakované změny zrychlením a zpomalením (kinetóza), kdy dochází k dezorientaci. Ta je způsobena protichůdností vjemů z různých receptorů, které mají různou délku latence (zrak, sluch, receptory citlivosti, viscerální receptory). Kinetóza při pobytu ve vesmíru se nazývá syndrom adaptace na vesmír.

Vliv beztíže na lidský organismus

Na oběžné dráze působí na lidský organismus stav beztíže. Na tento stav není naše tělo fyziologicky ani anatomicky stavěné, proto má pobyt v tomto stavu mnoho rizik. Stav beztíže prakticky zažívají pouze astronauti. Po určitém čase se na lidském těle začnou objevovat různé změny:

Kardiovaskulární systém

Vzhledem k tomu, že je srdce zvyklé pumpovat krev proti gravitaci, dojde vlivem redistribuce tělních tekutin k nahrnutí krve do horní poloviny těla. Způsobí to začervenání a otok tváře. Tato změna může způsobit také nedokrvení periferních částí těla, hlavně prstů na nohách. Přílišné hromadění krve v hlavě má také vliv na zrak.

Pohybový aparát



posádka ISS v stavu beztíže

Vzhledem k tomu, že svaly překonávají minimální až nulovou gravitaci, jejich kontrakce je též minimální, tím pádem začnou atrofovat. Astronauti tedy musí vykonávat podpůrná cvičení. Rovněž člověk ve stavu beztíže “vyroste”, tento jev je způsoben mírným rozestupem meziobratlových plotének. V důsledku stavu beztíže dochází také k řídnutí kostí ve velmi rychlém tempu (1 % za měsíc). Toto vyplavování vápníku z těla způsobuje velkou zátěž na ledviny, ve kterých mohou vznikat ledvinové kameny.

Zrak

Mnoho astronautů mívá rozmazané vidění, které je způsobeno hromaděním tekutiny v hlavě. Tlak tekutiny na oční bulvu způsobuje její následné zploštění či poškození očního nervu. Dalším vizuálním efektem jsou světelné záblesky při zavřených očích, způsobené kosmickým zářením, které je na Zemi pohlceno nebo odraženo magnetickým polem. Zajímavým fenoménem jsou také slzy, které se ve stavu beztíže nekutálejí, ale tvoří okolo oka vodní bublinu.

Polohový orgán

Rosolovitá kapalina ve vnitřním uchu není v prostředí beztíže schopna vykonávat svou funkci. Otolity dráždí smyslové buňky náhodně. Astronaut tak ztrácí pojem o poloze svého těla, není tedy schopen rozeznat, co je nahoře a co je dole (ten prakticky ve stavu beztíže ani neexistuje). Také se může projevit mořská nemoc, tlak v hlavě, žaludeční nevolnost.

Kůže

Člověk při pohybu ve stavu beztíže nekráčí, tedy ztvrdlá kůže na nohách přestává být potřebná a tělo se jí zbavuje. Naopak se začne tvrdší kůže objevovat na rukách a nártu, protože se pomocí nich astronaut přidržuje při pobytě ve vesmírné lodi.

Zdroje

- <https://www.nasa.gov/hrp/bodyinspace>
- NAVRÁTIL, Leoš. Medicínská biofyzika. Vyd. 2. Praha: Grada, 2019, 524 s. ISBN 978-80-271-0209-9