

A mesterséges hold repülőorvosi jelentősége

Írta: Galla Emil dr. orvosezredes

A mesterséges hold (mh) sebessége és magassága minden eddigi rekordot messze felülmúl. A 900 km-es magasság több mint kétszerese, a 8000 m/sec. sebessége pedig többszöröse az eddig emberi kéz gyártotta eszközökének. Különösen szembetűnő ez a helyzet, ha az embert szállító gépek eredményeit nézzük. Megbízható adataink szerint 30 km-es, nem biztos közlések szerint 40 km-es magasságot repültek be, sebességük a mh sebességének 10-ed részét érte csak el. A mh a problémák sorozatát tárja a repülőorvostan elé, és felmerül a kérdés, képesek leszünk-e a közeli jövőben a technikai haladással lépést tartani, és a mesterséges holdon olyan viszonyokat teremteni, amelyek az emberi utas számára elviselhetők.

A felelet távolról sem nemleges.

Az emberi repülés eddigi magassága és sebessége már nem egy olyan területet hódított meg, ahol a viszonyok megközelítően azonosak az űrbeli környezettel.

A könnyebb érthetőség kedvéért szükségessé vált az *üregyenérték* fogalmának a bevezetése.

16 km magasságban az alveolusokban jelenlévő vízgőz és széndioxid össznyomása (87 Hg mm) meghaladja a barometrikus össznyomást (77 Hg mm), így az oxigénből semmi sem jut be a tüdőbe. Gyakorlatilag azonos helyzetben vagyunk, mintha az űrben volnánk. Ez a magasság tehát a légzés üregyenértéke.

19 km-en az összlégnyomás csökkenése eléri azt a szintet, ahol a 37 C° hőmérsékletű testnedvek forni kezdenek. A nyál és a könny elpárolog, vapothonax keletkezik, és a forrásba jutott vér miatt állatkísérletekben gázbuborékokat mutattak ki a szívbén. Amennyiben pedig az alacsonyabbrendű kísérleti állat mindezt elviseli, az óriási nedvvesztés miatt kiszáradásban pusztul el, mint ez Torricelli űrbe juttatott békán megfigyelhető. Ez a magasság a barometrikus nyomáscsökkenés üregyenértéke.

20 és 24 km között a levegő ózontartalma maximumot ér el, és így erősen mérgező hatású.

Mindezek miatt 20 km felett csak a teljesen zárt rendszerű „önellátó” kabin használható. Külső levegőt bejuttatni már nem szabad, de gyakorlatilag nem is érdemes. Ugyanis az itt uralkodó 40 Hg mm-es nyomás felemelése a kabinban szükséges szintre olyan nagyméretű kompresszort igényel, amely a súlyviszonyok miatt nem engedhető meg, másrészt az így összenyomott levegő adiabatikus felmelegedése kb. 200 C°, ami a gépet még jobban megterhelő külön hűtőrendszert tenne szükségessé.

30 km felett jelentkeznek a kozmikus sugárzás elsődleges részecskéi. Ezek a természetben eddig ismert legnagyobb energiájú részecskék. Némelyik energiája eléri a százezermillió elektron voltot is (az a részecske kap 1 eV energiát, amely 1 volt feszültségkülönbség között halad át). Anyagukra nézve legnagyobb részt protonok és alfa részecskék (80%), kisebb részük a szén, nitrogén és oxigén atommagja (19%), igen kis számuk pedig nehezebb atommag. A Föld légkörébe behatolva összeütköznek a levegőrészecskékkal, azokat vagy ionizálják, ill. gerjesztik, vagy az atomjukat szétrobbantják. Ez utóbbi módon jön létre a másodlagos kozmikus sugárzás, amely protonokból, alfa részecskékből, elektronokból, μ és π mezonokból áll. Ezek

az új részecskék még mindig nagy energiával rendelkeznek, további magokat hasítanak, ezért egy elsődleges részecskének sok leszármazottja lesz. Ily módon jönnek létre a Föld felszínén tapasztalható kozmikus záporok, amelyek azonban már csak másodlagos részecskéket tartalmaznak.

A kozmikus részecskék elektromos töltésük folytán ki vannak téve a Föld mágneses hatásának, ezért a sarkok felé térnek el. Számítások szerint az Egyenlítő fölé csak a Föld légkörébe belépő részecskék egyharmada jut.

A 30 km-es magasságot ezért fél üregyenértéknek tekinthetjük, mert itt már megjelennek ugyan az elsődleges részecskék, de számuk és hatásuk a Föld árnyékoló (a Föld túlsó oldalán jelentkező kozmikus sugárzás nem tud a Föld tömegén áthatolni) és mágneses hatása miatt kisebb mint a szabad űrben.

100 km felett a levegő annyira ritka, hogy a légkörbe belépő meteorok ideig eljuthatnak, csak itt izzanak fel és égnek el. Érdekes, hogy a hulló csillagok jelenségét többségében egy negyed gramm tömegű meteoritok okozzák. A 100 km magasságot a meteorok szempontjából szintén fél üregyenértéknek tekinthetjük, mert a Föld árnyékoló hatása miatt számuk kevesebb mint a szabad űrben, és így az összeütközés veszélye is kisebb. Az árnyékoló hatásnak nagy a jelentősége, mert ezek a részecskék az űrben 60–80 km-es másodpercenkénti sebességgel haladnak, tehát a mh sebességének tízszeresével.

Ezen a magasságon van egyébként a fény üregyenértéke is, mert a levegő ritkasága miatt a fényszóródás jelensége megszűnik, az ég sötét, a csillagok élesen látszanak, barátságos pislogásuk hiányzik, a tükrözés igen intenzív, az árnyékok szokatlanul élesek, mert a félárnyék jelensége teljesen hiányzik.

Ha fenti üregyenértékeket áttekinthetjük, láthatjuk, hogy nem egy már a berepült magassághoz tartozik, vagy annak határát elérte (légzés, légnyomás, kozmikus részecskék) és intenzív földi kutatás tárgyai is voltak már. Sokat köszönhetünk a barokamrában, illetve a sugárbiológiában elért eredményeknek. Más határokat állatokkal kutattak végig. Pokorovszki szovjet kutató kutyái már a 110 km-es magasságot is megjárták rakéták segítségével, nem egy közülük több ízben. A kutyák egy része 90 km-es magasságból túlnyomásos ruhában, automatikusan kihajtásra került, a másik részük 30–40 km-es magasságban dobódott ki, és végül mind ejtőernyővel ért földet. Túlnyomásos ruhában a kutyák mindezt jól elviselték, ami biztató jel a jövő utasai számára.

A felsorolt üregyenértékek statikusak, mert mind meghatározott magassághoz vannak kötve.

Az űr egyik fontos jelensége az emberre állandóan ható erők megváltozása, és a súlytalanság megjelenése, amely statikus is és dinamikus is lehet. A súlytalanság olyan állapot, amikor a testre ható erők dinamikus egyensúlya következtében az eredő erő 0. Márpedig az ember észlelni csak az eredő erő hatását képes, az összetevőket elemezni érzékszervileg nem tudja. A rakéta indításánál, fékezésénél, kormányzásánál fellépő nagy erők jól ismertek, mert földi körülmények között az emberi centrifugában, illetve gyorsfékezésű rakétaautókban állandó tanulmányozás tárgyai voltak. Az űrhajó indításakor fellépő mintegy 2–10 g gyorsulás megfelelő testhelyzetben (transversalis) jól elviselhető akár perceként át is, és így ez problémát nem fog okozni. A súlytalanság azonban mégcsak kevésbé ismert állapot. A Földtől távolodva a gravitáció a távolság négyzetével csökken, tehát ha a Föld sugarát 7000 km-nek vesszük, egy, az Északi-sarkon elképzelt 70 000 km

magas torony tetején a gravitáció márcsak $1/100$ g lenne, tehát gyakorlatilag elhanyagolható. Ez a súlytalanság statikus üregyenértéke. Ha azonban egy testet szabadon hagyunk esni, vagy egy repülőgép motorikus erejével a levegő ellenállását leküzdve a szabadesés állapotát fenntartjuk, illetve ha egy nagysebességű gépet parabolikus pályán repültetünk, a súlytalan állapot, a hatóerők dinamikus egyensúlya alapján bekövetkezik. Ilymódon a súlytalanság dinamikus üregyenértékét állíthatjuk elő. Ez utóbbi módszerrel már egy percig tartó súlytalan, vagy szubgravitációs helyzetet is létrehozhatunk. Részint emberi, részint állatkísérletek azt az óvatos következtetést engedik meg, hogy a súlytalan állapot az ember számára nem elviselhető. Az űrhajó tervezésében mégis szerepet szánunk valamilyen gravitációt pótló erőnek, és ezt legegyszerűbben az űrhajó megforgatásával óhajtják elérni, hogy ilymódon a fellépő centrífugális erő hasson a hiányzó gravitáció helyett.

További kutatás tárgya volt itt a földön a túlnyomásos ruha, amely már ma a magassági repülőnek nélkülözhetetlen mentőöltözéke, továbbá az explosív dekompresszió, amely katasztrófális helyzetet eredményezhet a kabin sérülésekor. Ha nagy nyomáskülönbség mellett zajlik le, és nagy a dekompressziós együttható, tehát a dekomprimálandó tér köbtartalma és a nyílás felülete közti viszony, akkor a mechanikus hatás egyszerűen kiszívja az utast a kabinból, mint erre utasszállító gépeken már volt példa. Ha pedig, miként ez az űrben természetes, a végső nyomás 100 Hg mm alatt van, 15 mp-en belül eszméletvesztés következik be, segítség híján (rekompresszió) percekben belül beáll a halál.

Az űrhajó mikroklímájának megteremtése is állandó kutatás tárgya, különösen ha figyelembe vesszük a hasonló problematikájú atommeghajtású tengeralattjárót. A feladat mégis igen nagy, mert az űrhajót el kell látni minden szükséges eszközzel, amelyek segítségével a mikroklímát mindenkor maga képes megteremteni. Az oxigén, a víz, a táplálék nyújtása, az anyagcsere-hulladékok eltávolítása súlyos probléma mindenekelőtt azért, mert mindezek jelentősen fokozzák az űrhajó indítási súlyát. A mikroklíma megteremtésében az a törekvés, hogy az anyagcsere hulladékgazait felhasználva kémiai úton visszaalakítsák (elsősorban a széndioxidot) és így újból hasznosítsák. A távolabbi jövőben az ember és a növényvilág közti természetes anyagcsere szolgálna eszközként. Vannak olyan algák, amelyeknek a növekedési tendenciája óriási, és így elegendő oxigént és táplálékot tudnak nyújtani.

A hőegyensúly biztosítása alapvető kérdés. Miután levegő híján a hőforgalom kizárólag a sugárzásra korlátozódik, biztosítani kell az egyenlő sugárzásos hőfelvételt és hőleadást, mert enélkül az űrhajó túlságosan felmelegszik vagy lehűl.

Az űrben várható egyéb sugárzások (ultraibolya, lágy röntgen sugarak) ellen a fal kielégítő védelmet fog nyújtani.

A probléma eme felvetése után a mesterséges hold jelentősége igen nagy. Két olyan kérdést lesz hivatva megoldani többek között, amelyekre az orvostudomány eddig kielégítő választ nem kapott.

Az első az elsődleges kozmikus sugárzás hatása, amelynek kutatásához eleinte élőlény nem szükséges, mert a felküldött fotoemulziós anyagok kielégítő felvilágosítást tudnak adni a részecskék várható számáról és energiájáról. A részecske úthossza és a létrehozott specifikus ionizációs sűrűség az anyagban jól látható, és így a meghatározott nagyságú lemez képet adhat arról, hogy az emberi test hasonló terjedelmét hány és milyen energiájú részecske találata érheti. A továbbiakban folytathatók azok a kutatások,

amelyek egysejtűek, és primitív élőlények vizsgálatával kb. 40 km-es magasságban ballon felszállások útján folynak. Végül a mh-n emlősállatokra kerülhet a sor, és így képet alkothatunk arról, mi vár a mh leendő utasaira.

A másik kérdés a súlytalanság. A mh-n gyakorlatilag teljes súlytalanság uralkodik, mert a centrifugális erő és a gravitáció kiegyenlíti egymást. Tartós gravitációmentes állapot csak itt hozható létre, ezért emlős állatokra, illetve emberre vonatkozó bővebb ismereteket csak itt szerezhethetünk.

Összefoglalva, láthatjuk tehát, hogy az űrhajó és az utasszállító, illetve harci gépek teljesítőképessége a legtöbb területen összefolyik. Az űraequivalensek mutatják, hogy az asztronautika kérdései ma már a mindennapi repülés problémáit is érintik. A repülőorvostan eddig sem maradt le a technika fejlődésétől, és lépést tudott tartani a haladással. Csak a mérnökök és orvosok együttes, összefonódó és egymást segítő munkája tette lehetővé az emberi repülés eddigi magasságát és sebességét is. A repülőorvosok vállalták a kutatás veszedelmeit, és a haladás országútján mérföldkőként nem egy hősi halált halt orvoskutató sírköve szerepel. A mesterséges hold a technika előreugrását mutatja, de az orvosi kutatás szorosan a nyomában halad, és felkészült az újabb feladatokra. A szovjet orvoskutatók eddigi eredményei biztatólag hatnak, és nem kétséges, hogy a mesterséges hold utasai számára megteremtik a létfeltételek maximális lehetőségét. Ennek dacára, mint fent rámutattunk, a mesterséges hold maga lesz a kutatás új laboratóriuma és sok kérdésre választ csak tőle kaphatunk.
