

# AZ ELSŐ MAGYAR ŰRREPÜLÉS, 1980

## III. RÉSZ

**DOI** <https://doi.org/10.29068/HO.2022.3-4.55-76>

**SZERZŐ** Dr. Remes Péter ny. orvos ezredes, c. egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem Repülő- és Űrorvosi Tanszék

**KULCSSZAVAK** magyar űrrepülés, űrelettudományok, repülő- és űrorvostan, Repülőorvosi Vizsgáló és Kutatóintézet (ROVKI), Interkozmosz, űraktivitás Magyarország

**ABSZTRAKT** *A magyar repülő- és űrorvosi kutatásokban a honvédorvosok jelentős szerepet játszottak. A hidegháború éveiben a titokvédelmi szabályok betartásával dolgoztak, szerepvállalásuk mindeddig nem kapott nyilvánosságot. Részt vettek a Varsói Szerződés repülő- és űrorvosi munkaértekezletein, kongresszusain és szimpóziумain. Tevékenységük az Interkozmosz programban is eredményes volt, űrelettudományi kutatásokat folytattak és ellátták a magyar űrrepülés körüli teendőket is. A magyar űrrepülés egyes fejezetei államtitoknak minősültek, ezeket szigorúan titkos kormányrendeletek szabályozták. Az egykor titkos magyar űrrepülés néhány adata először kerül ismertetésre.*

### KLINIKOFIZIOLÓGIAI VIZSGÁLATOK

KK (командир корабля, űrhajóranacsnök), illetőleg KI (космонавт исследователь, kutatóűrhajós) állapota a földet érés helyszínén a hivatalos jegyzőkönyv [1] szerint jó volt. A földet érés kedvező meteorológiai viszonyok között történt, a szél kisebb volt 8 m/s-nál. Az ejtőernyővel történő ereszkedés idején sikerült az űrhajósokkal rádiókapcsolatba lépni. Az űrhajósok egyaránt jó közérzetről számoltak be.

A földet érés után 2 perccel a kutató-mentőszolgálat orvosai kinyitották a leszállóegység nyílását és kapcsolatba léptek a legénységgel. A kabinból való evakuáció során az űrhajósok közérzete továbbra is jó volt, mindketten aktívak

voltak, önállóan szabadították ki magukat a hevederekből, szétkapcsolták az űrruha-csatlakozókat, és az orvosok segítségével kiszálltak a leszállóegységből. Az objektumból való evakuálás után az űrhajósokat ülő testhelyzetben, nyugágyakon helyezték el. Az elsődleges megtekintéskor az állapotuk jó volt, emelkedett hangulatban, mindketten készségesen és jóindulatúan léptek kapcsolatba a kutató-mentőszolgálattal és az újságírókkal.

KK bőre rózsaszínű, nedves, a légzése egyenletes, ritmikus, a pulzusa kellően telt, pulzusszáma 112/min volt. KI-nél sápadt bőrt, izzadást, kisértő izgatottságot, egyenletes, szabad légzést, ritmikus,

kellően telt 108/min frekvenciájú pulzust észleltek. 5-7 perccel a leszállóegységből történt evakuáció után a nyugágóban, ülő helyzetben közérzete romlott, a pulzusa szapora lett, és arca sápadt volt. Emiatt vízszintes helyzetbe állították a nyugágóját, ami után 1-1,5 perc múlva állapota javulni kezdett, bőre fehéres rózsaszínűvé változott, pulzusa jól telt, 96/min volt, ritmusos. Néhány perc múlva ismét félig ülő helyzetet foglalt el. A földet érés után 15-20 perc múlva az úrhajósok önállóan átmentek az orvosi sátorba. Mindkettejük közérzete jó maradt. Járásuk kissé kacsázó volt. KI a járás első perceiben bizonytalan volt, nem tudta megtartani a helyes testtartást, törzsével hátrafelé dőlt.

Az orvosi sátorban – komfortos körülmények között – az úrhajósokat megszabadították szkafandereiktől, és a repülés utáni ruhájukat öltötték magukra,

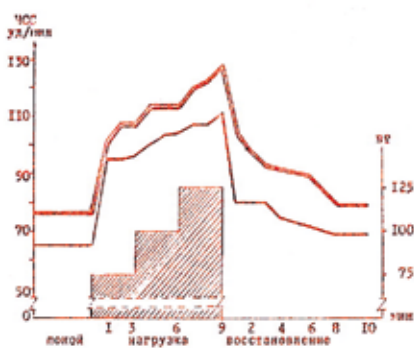
majd elsődleges orvosi vizsgálaton vettek részt. A vizsgálaton a vérnyomás- és pulzusadatok nem mutattak számottevő eltérést. Pihenő után az úrhajósok önállóan mentek a kiürítőhelikopterhez, eközben mindkettejük járása viszonylag stabil volt, közérzetük továbbra is jó volt. Az első orvosi ellátás helyszínéről a többszakaszos kiürítés (evakuálás) alkalmával az átmeneti, majd a végleges intézeti ellátás helyére történő szállítás közben rendkívüli esemény nem történt, az átmeneti bázisra történő helikopterutazás alatt sem derült fény az egészségi állapotban eltérésre, az úrhajósok nyugodtak, aktívak voltak, vérnyomásuk és pulzusszámuk stabilizálódott, diszkomfort érzésük nem volt, orvosi beavatkozásra nem volt szükség.

### I. táblázat. A vérnyomás és a pulzusszám alakulása a leszállás után

A kiürítés szakasza	KK úrhajós			KI úrhajós		
	Vérnyomás (Hgmm)	Pulzus (ütés/perc)	Testhőmérséklet (°C)	Vérnyomás (Hgmm)	Pulzus (ütés/perc)	Testhőmérséklet (°C)
Az úrhajóból történt evakuáció után	–	112	–	–	108	–
A szkafander levétele után	130/80	96	36,8 °C	115/80	100	36,5 °C
Aktív ortosztatikus próba ülve	130/80	90	–	110/80	104	–
– állva a 3. percben	140/90	96	–	110/85	90	–
– állva az 5. percben	120/80	90	–	115/90	90	–
– ülve	140/90	84	–	110/80	90	–
Evakuáció a helikopteren	120/80	84	–	115/70	76	–
– később	115/80	78	–	110/70	84	–

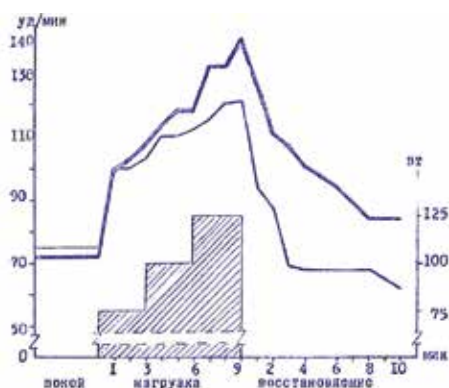
## A CARDIORESPIRATORICUS RENDSZER VIZSGÁLATA

A szív- és légzőrendszer vizsgálata lépcsőzetesen növekvő terheléssel, speciális elektromos kerékpáron, fekvő testhelyzetben történt. A 15 perces nyugalmi szakaszban felhelyezték az elektródákat és rögzítették a kiinduló adatokat, majd 3 percenként emelkedő terhelési lépcsőkön 75, 100, 125 stb. watt teljesítményen 60/perc fordulatszámot fizikai munkát végeztek. A méréseket a start előtt 1 hónappal, valamint a földet érés után a 3. napon végezték. A repülés előtti vizsgálat az űrhajósok jó tűrőképességét és a cardiorespiratoricus rendszer jó szabályozottságát mutatta. A repülés után mindkét űrhajós mindenfajta nehézség nélkül teljesítette a terhelést. Lényeges eltérés a repülés előtti vizsgálathoz képest nem volt. Azonban néhány mutatóban változást észleltek.



**1. ábra.** A pulzusszám alakulása a Szojuz-36 űrhajó parancsnokánál (KK) űrrepülés előtt (vékony vonal), űrrepülés után (vastag vonal): nyugalomban, 75, 100, 125 wattos terhelésre, illetve a regeneráció idején (korabeli ábra)

KK-nál a vizsgálat mindhárom periódusában (terhelés előtt, alatt és után) szaporább pulzus volt észlelhető (16, 15, illetve 14,5%-os tachycardizálódást rö-



**2. ábra.** A pulzusszám alakulása a Szojuz-36 űrhajó kutató űrhajósánál (KI) űrrepülés előtt (vékony vonal), űrrepülés után (vastag vonal): nyugalomban, 75, 100, 125 wattos terhelésre, illetve a regeneráció idején (korabeli ábra)

zítettek). KI-nél a terhelés periódusában és a regenerálódás fázisában észleltek 16,7%-os pulzusszám-növekedést. A terhelés csúcán, valamint a megnyugvási szakaszban mindkét űrhajósnál kimutatott repülés utáni eltérés a cardiorespiratoricus rendszer szabályozottságának csökkenésére, az edzetlenség kialakulására volt visszavezethető. A systolés részidők a tachycardizálódás fokának megfelelő változásokon mentek keresztül. A diastole megrövidülése mindkét űrhajósnál megfigyelhető volt.

Terhelés hatására mindkét űrhajósnál megfigyelhető volt a diastolés idő megrövidülése. Mivel ebben a szív ciklusban történik a szívizomzat regenerálódása, ennek a szakasznak a megfigyelésére fokozott figyelmet fordítottak. Űrrepülés után nem találtak lényeges (kóros) különbséget a repülés előttihez képest, ami a szív megfelelő funkcionális tartalékaira utalt (változásokat azonban itt is lehetett észlelni). KK-nál repülés

előtt a pulzusnyomás terhelés alatt 30 Hgmm-rel nőtt, repülés után pedig mindössze 10 Hgmm-rel. Ez is a szív- és

érrendszeri szabályozás ürrepülés hatására bekövetkező romlásának számlájára volt írható.

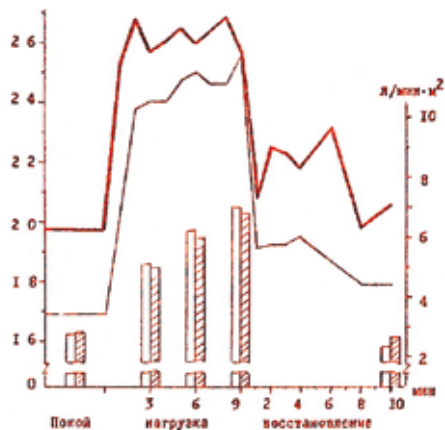
**II. táblázat.** A cardiorespiratoricus rendszer mutatói a Szójuz-6 űrhajó parancsnokánál (KK) az ürrepülés előtt (e) és után (u): a nyugalmi fázis (A), a terhelési fázis (B), valamint a megnyugvási fázis (C) idején

		A			B			C		
			3 perc 75 watt	6 perc 100 watt	9 perc 125 watt	2 perc	6 perc	10 perc		
Pulzusszám/perc	e	65	96	104	111	80	72	69		
	u	75	107	113	128	98	89	79		
LVET (balkamra ejekciós idő), msec	e	260	250	240	230	240	260	260		
	u	260	240	230	200	230	260	260		
Systolés vérnyomás, Hgmm	e	230	150	175	200	150	140	130		
	u	150	170	180	201	160	155	150		
Közepes dinamikus oldalnyomás	e	100	105	110	110	98	95	95		
	u	110	120	120	130	100	100	105		
Diastolés vérnyomás, Hgmm	e	80	90	95	100	85	85	85		
	u	90	105	105	110	90	90	90		
Pulzusnyomás	e	35	45	55	65	45	35	30		
	u	50	50	55	60	50	40	40		
Légzésszám/perc	e	18	24	26	26	13	12	18		
	u	19	26	30	31	09	21	15		
Légzési perctérfogat, liter	e	9,2	22,6	32,2	35,4	25,7	8,1	8,5		
	u	8,6	21,2	27,9	39,1	18,5	8,1	7,6		
Oxigénfelvétel, ml/perc	e	276	949	1288	1451	617	259	263		
	u	267	933	1144	1564	549	251	235		

**III. táblázat.** A cardiorespiratoricus rendszer mutatói a Szójuz-6 űrhajó kutató űrhajósánál (KI) az ürrepülés előtt (e) és után (u): a nyugalmi fázis (A), a terhelési fázis (B), valamint a megnyugvási fázis (C) idején

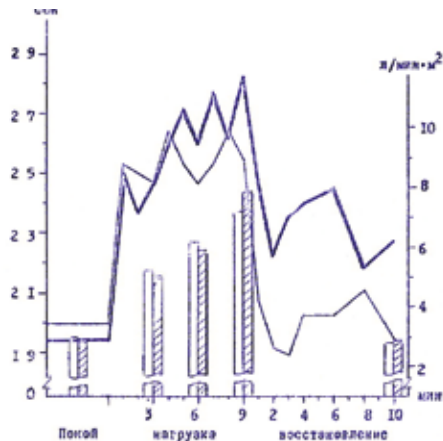
		A			B			C		
			3 perc 75 watt	6 perc 100 watt	9 perc 125 watt	2 perc	6 perc	10 perc		
Pulzusszám/perc	e	75	103	112	121	87	78	72		
	u	72	107	118	141	111	94	84		
LVET (balkamra ejekciós idő), msec	e	266	242	220	210	220	260	270		
	u	250	230	220	200	200	240	270		

		A	B			C		
			3 perc 75 watt	6 perc 100 watt	9 perc 125 watt	2 perc	6 perc	10 perc
Systolés vérnyomás, Hgmm	e	130	150	170	185	150	130	130
	u	130	160	170	190	150	140	130
Közepes dinamikus oldalnyomás	e	90	100	100	110	95	90	90
	u	60	105	110	115	90	95	90
Diastolés vérnyomás, Hgmm	e	80	90	90	90	80	80	80
	u	70	90	90	100	80	80	70
Pulzusnyomás	e	30	40	55	65	50	30	30
	u	40	45	50	60	40	30	35
Légzésszám/perc	e	14	18	19	19	10	10	11
	u	17	19	22	22	18	17	17
Légzési perctérfogat, liter	e	9,5	21,4	27,3	33,6	19,1	9,2	8,8
	u	8,1	21,2	28,9	36,0	27,0	12,2	9,1
Oxigénfelvétel, ml/perc	e	294	1070	1310	1546	592	276	290
	u	274	1081	1387	1728	810	329	273



3. ábra. A keringési perctérfogat (время изгнания минутного объема крови) és a szívindex változása az ürrepülés előtt és után, fizikai terhelés hatására KK ürhajójánál (korabeli ábra)

vékony vonal: a keringési perctérfogat ürrepülés előtt  
 vastag vonal: a keringési perctérfogat ürrepülés után  
 üres hasáb: a szívindex (a perctérfogat és a testfelszín hányadosa) ürrepülés előtt  
 sátrított hasáb: a szívindex ürrepülés után



4. ábra. A keringési perctérfogat (время изгнания минутного объема крови) és a szívindex változása ürrepülés előtt és után, fizikai terhelés hatására KI ürhajójánál (korabeli ábra)

vékony vonal: a keringési perctérfogat ürrepülés előtt  
 vastag vonal: a keringési perctérfogat ürrepülés után  
 üres hasáb: a szívindex (a perctérfogat és a testfelszín hányadosa) ürrepülés előtt  
 sátrított hasáb: a szívindex ürrepülés után

Amíg KK szívindexe nyugalomban, valamint a regeneráció 10. percéig megnőtt ürrepülés után, addig ez a mutató a terhelés alatt ellenkező irányba változott, lecsökkent. Ugyanakkor a keringési perctérfogat ürrepülés után megnövekedett. Mindez a szív kontraktilitásában bekövetkező zavarra, illetőleg a vérkeringés szabályozásának romlására volt visszavezethető. Másként reagált az ürrepülésre KI. Szívindexe nyugalomban, valamint a terhelés alatt csökkent, a terhelés csúcán, illetőleg a regeneráció szakában viszont emelkedett. A keringési perctérfogat nyugalomban csökkent, terhelés hatására lényegében nem emelkedett, a megnyugvási szakaszban azonban, hasonlóan KK-hoz, a keringési perctérfogat megnövekedett. A különbségek az életkori tulajdonságokon kívül a kismértékben jobb tűrőképességgel voltak magyarázhatók.

A légzés változásai jelentősek voltak. A légzésszám KK-nál a terhelés utáni első percben 75%-kal, KI-nél pedig 80%-kal volt magasabb, mint ürrepülés előtt. Ez a jelenség a gazdaságtalan légzés kialakulásával volt magyarázható. Az oxigénfelhasználás ( $VO_2$ ) a terhelés maximumán KK-nál 7,8%-kal, KI-nél pedig 11,8%-kal volt magasabb, amit az ürrepülés alatt kialakuló edzetlenség okozott.

Az oxigénpulzus ( $VO_2$ /percenkénti pulzusszám), valamint a vérkeringés hatékonyságának mutatója ( $VO_2$ /szívindex) KK-nál egyaránt csökkent a terhelés különböző pontjain mérve 7–27%-kal, illetőleg 12–30%-kal. KI ebben is másképpen

reagált, oxigénpulzusa, illetőleg a vérkeringés hatékonyságának mutatója nála alig csökkent, kivéve a regeneráció 10. percét, amikor ezek a mutatók nála is 17,5, illetve 15,9%-kal kisebbek voltak, mint repülés előtt. Ezek a mutatók a vérkeringés funkcionális tartalékainak KK esetében nagyobb fokú, KI esetében pedig kisebb fokú csökkenésére utaltak.

Összehasonlítva a két úrhajóst, figyelembe véve az individuális (életkori) sajátosságokat, úgy lehetett értékelni, hogy KK-ra inkább a szív- és érrendszeri változások, KI-re pedig inkább a légzés- és a gázanyagcsere változások voltak a jellemzőek. A változásokat a vérkeringés súlytalanságban történő átépülésével, a keringő vérmennyiség áthelyeződésével, valamint az intenzív úrmunka során kialakult fáradtsággal magyarázták. A 7-8 napos súlytalanság fizikai, valamint a földi gravitációhoz való edzetlenséghez vezetett. Az egyhetes úrutazás nem okozott fizikai munkaképesség-csökkenést vagy maradandó károsodást a külső légzés, gázcsere, valamint a vérkeringés funkcionális állapotában, illetőleg szabályozásában. Azonban repülés után ugyanolyan terhelésre mindkét úrhajósnál nőtt a pulzusszám, légzésszám, oxigénfelhasználás, illetőleg kismértékben romlott a cardiorespiratoricus rendszer szabályozása. Lelassult a terhelés utáni regeneráció. A változások a szervezet individuális sajátágaival voltak magyarázhatóak. KK-nál a vérnyomás, míg KI-nél a külső légzés és a gázcsere változott jobban. [2]

## A REGIONÁLIS HAEMODINAMIKA ÁLLAPOTA NYUGALOMBAN ÉS POSTURALIS TERHELÉSRE (REOGRÁFIÁS VIZSGÁLATOK)

A reográfia vagy impedancia pletizmográfia a helyi vérkeringés vizsgálatának egyik legadekvátabb noninvazív módszer-

re. Az impedancia pletizmográfia a térfogatváltozáshoz rendeli az artériás változást. Az első szovjet–magyar ürrepülés

úrhajósaikat ezzel a módszerrel vizsgálták az ürrepülés előtt 30 nappal, illetőleg utána 1 nappal, nyugalomban és poszturális (a testhelyzettel kapcsolatos) terhelés hatására. A passzív ortosztatikusan és anti-ortosztatikusan próba előtt és alatt szinkron rögzítették a fronto-masztioideális (homlok-csecsnyúlvány közötti elvezetési) és a bimastoideális (a jobb- és baloldali csecsnyúlvány közötti) elvezetésekben a reoencefalogramot (REG). Ezek az elvezetések jól tükrözték az arteria carotis, valamint a vertebrobasilaris rendszer haemodinamikájában bekövetkező változásokat. Ugyancsak rögzítették a jobb tüdő és láb reogramját (RG), egy kézujj fotopletizmogramját (FPG), valamint az EKG II. elvezetését. A vizsgálatot billenőasztalon végezték 10 percig +70°-os, ezután anti-ortosztatikusan (fejlógatott testhelyzetben) -15°-os, illetve -30°-os testhelyzetben 6 percig, majd -45°-os helyzetben 2 percig.

A vérkeringést az ürrepülés előtt a vizsgálat minden fázisában normálisnak találták. Az elasztikus agyi és perifériás erek tónusa mindkét úrhajósnál magas volt, KK-nál az életkor miatt, KI-nél pedig az emocionális feszültség miatt. A tüdők, a máj és a lábszár elasztikus értónusa az életkori sajátosságoknak volt megfelelő, kivéve KK májvénája telődésének megnövekedett voltát. A billenőasztalos vizsgálat mindkét úrhajósnál jó volt.

Az ürrepülés utáni első napon KK-nál 30%-kal megnövekedett a vertebrobasilaris keringés a kismértékű arteriola- és vénatónus-csökkenés, valamint a jelentős közepes és nagyerek tónuscsökkenése talaján.

Az agy féltekéinek vérteltsége a repülés előtti szinten maradt kismértékű arteriola- és vénatónus-csökkenés talaján. KI-nél az agyi keringés kismértékű (18,2%-os) csökkenése jött létre az agyi értónuscsökkenés (ez esetben normalizálódás) miatt.

A vérteltség a jobb agyféltekében az életkori norma fölé, a balban pedig a norma alá csökkent. A vertebrobasilaris keringés 12,6%-ra csökkent a normális határokon belül, a csökkent értónus miatt.

A tüdő vértelődése KK-nál 84%-kal haladta meg a kiindulási adatokat az értónus növekedése (vasoconstrictio) miatt. KK-nál a máj vérteltsége ürrepülés után 44%-kal nőtt, főleg a vénás tónusnövekedés miatt. KI-nél a máj teltsége 29%-kal csökkent a máj ereinek tónusnövekedése miatt. Nála a lábszár vérteltsége 33%-kal nőtt a jelentős arteriola tónuscsökkenés, valamint a nagy- és közepes átmérőjű értónus-növekedés (48%) miatt. KK lábszárának vérteltsége a repülés előttihez képest 29,8%-kal csökkent a jelentős vénatónus-növekedés miatt.

KI-nél a jobb kéz ereinek tónusa kissé emelkedett, ami jelentős vérteltség csökkenéssel járt együtt, a baloldali erek kitágulása pedig jelentősen növelte a jobb kéz vérteltségét. KK-nál a gyengén kifejezett vasodilatatio ellenére a vérteltség ellenkező jellegű volt, jobboldalt csökkent, baloldalt kissé nőtt, és kifejezett aszimmetriát mutatott.

Összegezve, az agyi keringésben kóros eltérés a repülés utáni első nap nem volt észlelhető, különböző funkcionális változások azonban mindkét úrhajósnál rögzítésre kerültek. A kéz és a tüdők vérteltsége mindkét úrhajósnál meghaladta az élettani határokat. KI májának vérteltsége az életkori határokon belül volt, KK májának vénás vérteltsége meghaladta a normális élettani határokat. A láb vérteltsége mindkét úrhajósnál – összehasonlítva a többi látogatószemélyzet adataival – kifejezettebb volt.

Az ortosztatikusan ellenálló képesség KK-nál jó volt, KI-nél kifejezett cerebrális hypotonia, valamint a vertebroba-

silaris rendszerben észrevehető vérteltségcsökkenés alakult ki, ami együtt járt a kézujjak és a lábszár vénáinak vérteltségcsökkenésével, vagyis az ortosztatisztiikus próba tűrőképessége nála a repülés után csökkent volt. Az antiortosztatisztiikus ellenálló képesség mindkét űrhajósnál, de különösen KI-nél észrevehetően javult. Ez az agy vérteltség-fokozódásának

kevésbé kifejezett voltával járt együtt, ami az antiortosztatisztiikus véreloszlás szabályozásának javulásával volt magyarázható. Az adatok alátámasztották azt a megfigyelést, hogy az egyhetes súlytalanság után a Földön az ortosztatisztiikus tűrőképesség általában csökken, míg az antiortosztatisztiikus tűrőképesség javul. [3]

## A VESEMŰKÖDÉS ÉS A SÓ-VÍZ HÁZTARTÁS

A vizsgálatok a vénás vérből, valamint a vizeletfrakciókból történtek. A vérvétel az űrrepülés előtt 30 nappal, valamint a repülés utáni 1. napon volt. A vizeletvizsgálatok az űrrepülés előtt 1 hónappal 3 napon keresztül, 5 nappal a start előtt, illetve a leszállás utáni 5 napon történtek. A vesefunkciót a repülés előtti 2., illetve a földet érés utáni második napon kálium-víz terheléses próbával ellenőrizték.

A vérben és a vizeletben meghatározták a K, Na, Ca és Mg koncentrációját. A vérben ezenkívül meghatározták az ionizált kalciumot, parathormont, a vizeletben a kreatinint, aldosteronkoncentrációt. A repülés utáni első napokban mindkét űrhajósnál csökkent a nátrium és a folyadék kiválasztás. Ennek okát a mellék-

vesék aktivitásának – az extracelluláris folyadék térfogatának csökkenése miatt létrejött – fokozódásában látták. A nátrium, illetőleg az ozmotikusan aktív anyagok koncentrációja növekedett a vérben. Ezenkívül megnőtt a vizelettel a kalciumkiválasztás (a filtrációjának fokozódása, illetve a nefron disztális szakaszán történő reabszorpciójának csökkenése következtében). A kalciumvesztés egyik lehetséges oka a repülés utáni parathormonaktivitás növekedése volt. A KCl-os terheléses próba azt mutatta, hogy az ion szabályozó funkció mindkét űrhajósnál változatlan volt. Az űrrepülés utáni funkcionális jellegű változások a só-víz háztartásban, a szervezet hormonális státuszában bekövetkező változások miatt jöttek létre. [4]

## A VÉR KOLINERG RENDSZERÉNEK, VALAMINT AZ ENERGETIKAI, VITAMIN- ÉS AMINOSAV-ANYAGCSERE NÉHÁNY OLDALÁNAK ÁLLAPOTA

### *A vér kolinerg rendszerének vizsgálata*

Az űrrepülés előtt 1 héttel, valamint a repülés utáni 1. és 6. napon meghatározták az acetilkolin mennyiségét, az acetilkolinészteráz aktivitását, valamint a nemspecifikus kolineszterázt. A vér kolinerg rendszerének adatai a repülés

előtt normálisak voltak. A leszállás utáni 1. nap mindkét űrhajósnál megnövekedett az acetilkolin a teljes vérben, KK-nál 4,5-szeresére, KI-nél 6,3-szorosára. Ugyancsak megnőtt az eritrociták acetilkolin aktivitása is 68,8%-ra és 34,6%-ra,



valamint a szérum nonspecifikus kolinesteráz 67,8%-ra és 52,6%-ra. A neurotranszterázok mennyiségének megnövekedése és aktivitásuk fokozódása, az idegrendszer normális működéséhez

szükséges kolinerg rendszer aktivitásának fokozódását tükrözte. Az elváltozások átmeneti jellegűek voltak, a szervezet válaszreakcióját mutatták egy konkrét behatásra, az ürrepülésre. [5]

#### *A vörösvértestek energiaforgalmának vizsgálata*

Vizsgálták az energianyerésben fontos szerepet játszó adenzotriphosphát (ATP), 2,3-difoszfoglicerát (2,3-DFG), újrashasznosított glutationt, glikolízis intenzitását, a laktát-dehidrogenáz (LDH), valamint a glukóz-6-foszfát-dehidrogenáz (G6FDH) enzimek aktivitását. A repülés

előtti és 1 nappal a repülés utáni eredményeket hasonlították össze. A repülés hatására nem találtak lényeges változásokat a vizsgált paraméterekben. Ugyanakkor KK-nál ATP-csökkenésre utaló tendenciát figyeltek meg, mindkettejükönél kissé csökkent az újrashasznosított glutation. [6]

#### A VITAMIN-ANYAGCSERE VIZSGÁLATA

A vitaminokat és lebomlási termékeiket a vérben és a vizeletben vizsgálták repülés előtt 1 hónappal, és összehasonlították a repülés utáni értékekkel. Az alábbi vegyületek koncentrációját határozták meg a vérben: retinol, karotinok, cianokobalamin, aszkorbinsav, D3-vitamin, 25-oxikolekalciferol, tokoferol, tiamidifoszfát, flavin-adenin-dinukleotid, glutation nikotinamid kofaktorok. A vizeletben meghatározták a riboflavin, metilnikotinamid, PP-vitamin metabolitját, valamint a piridoxilsav koncentrációját. Úrrepülés előtt minden mutató a normán belüli volt. Ez a felkészülés

intenzív szakában az úrhajósok helyes vitaminellátottságát támasztotta alá. A repülés extrém hatásait figyelembe véve az úrhajósok a repülés előtt 2 héten keresztül vitaminpótlásban részesültek. B<sub>1</sub>, A, E, P, C, B<sub>9</sub> vitamint, valamint metioninkezelést kaptak.

KK esetében repülés után riboflavin-, glutation- és tiaminhiányt állapítottak meg. KI-nél repülés után mérsékelt riboflavinhiány volt megállapítható. A kifogásolt vitaminok a repülés után 4 nappal még nem normalizálódtak. Az eltérések az úrhajósok fokozott vitaminszükségletére utaltak. [7]

#### AZ AMINOSAV-ANYAGCSERE VIZSGÁLATA

A plazma szabad aminosav-tartalmát vizsgálták repülés előtt, illetve repülés után. Meghatározták az izoleucin, leucin, valin, treonin, szerin, metionin, tirozin, fenilalanin, cisztin, aszparaginsav, glutaminsav, prolin, glicin, illetőleg az alanin koncentrációját. Az úrhajósoknál mind

az összes, mind az egyes aminosavak aminosavértéke a normán (16,5–24,2 mg%) belüli volt. Repülés után KK összaminosav értéke 19,2 mg%-ról 19,8 mg%-ra, KI értéke pedig 17,5 mg%-ról 19,8 mg%-ra nőtt. A növekedés főleg az alanin, aszparaginsav, valamint a glutamin sav fel-

szaporodása miatt volt észlelhető. Ezek az amoniasavak a nitrogén-anyagcserében játszanak fő szerepet. Az eltérések fel-

tehetőleg az ürrepülés alatt károsodott dezaminációs anyagcsere-folyamatok miatt jöttek létre. [8]

## A GYOMOR- ÉS BÉLRENDSZER FUNKCIONÁLIS ÁLLAPOTA

Az emésztőnedvek meghatározása gyomorszondázás nélkül, a vérből, vizeletből, illetve a székletből történt. A vérből a pepszin proenzimet, amilázt, lipázt, tripszint határozták meg. A vizeletben indentifikálták az amiláz és lipáz aktivitását. A székletben pedig tanulmányozták a bélenzim-invertázokat, glicint, leukindipeptidázt, valamint az alkalikus foszfátázt. Meghatározták a széklet zsírosszeteveit is (összlipoid, koleszterin, koleszterin-észterek, trigliceridek).

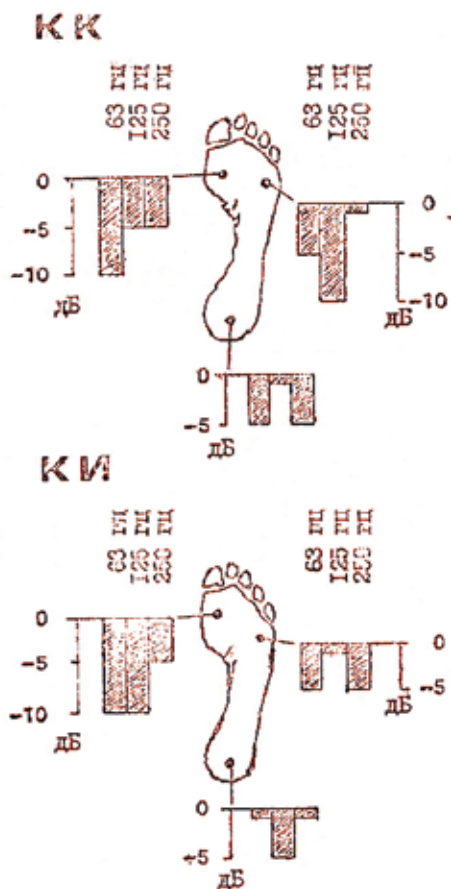
A repülés előtti és utáni vizsgálatok rámutattak a hasnyálmirigyenzimek fokozott stimulációjára, valamint kisebb mértékben a bélenzimek aktivitásának fokozódására is. A kisebb változások főleg a táplálék energetikai hasznosításával, kevésbé pedig a fehérje-anyagcserével voltak kapcsolatosak. Más egyhetes ürrepülésekhez és a modellkísérletekhez hasonlóan ezek az eltérések nem specifikus stressztényezőkkel, a szimpatiko-adrenális rendszer állapotával voltak magyarázhatóak. [9]

## AZ IDEG- ÉS IZOMRENDSZER ÁLLAPOTA

A testhelyzet érzékelése, szabályozása és fenntartása összetett folyamat, mely magába foglalja az érzékszervek által nyújtott információkat (vizuális, vestibuláris, szomatoszenzoros), valamint a csont- és izomrendszer, illetve a központi és perifériás idegrendszer összehangolt működését. A szomatoszenzoros rendszer receptorai a bőrben található specializálódott idegvégződések (Meissner-testek, Vater–Pacini-testek, Ruffini-testek, Merkel-féle tapintókorongok, valamint a szabad idegvégződések). A Vater–Pacini-testecske érzékeli például a vibrációt, a Ruffini-végződés a nyomás irányát, nagyságát, erősségét, illetve annak időbeni változását is. Súlytalanságban a megszokott földi gravitációs környezet megváltozásával a testhelyzet érzékelése is megváltozik. Az űrhajós poszturális kontrollja (a testhelyzet térbeli kontrollálása) átépül (a gravitációs receptorok például dekonkondicionálódnak), visz-

szatérve a földi gravitációs térbe a testhelyzet érzékelésében, szabályozásában és fenntartásában zavarok támadnak. Vizsgálták a szenzoros rendszert (1.), az izomapparátust (2.), valamint a mozgás kivitelezést (3.) is.

1. A testhelyzet érzékelő rendszer vizsgálata során a talpon elhelyezkedő Vater–Pacini-testek vibrációs érzékszűzőbét határozták meg a Vibrotester nevű készülék segítségével 63, 125 és 280 Hz-es frekvencián. Meghatározták az Achilles-ín reflexet: reflexkalapáccsal az Achilles-ínra mért ütessel kiváltották a reflexet, amire a lábfej plantárflexiója következett be. A proprioceptív reflexek kiváltásakor az izmokban lévő izomorsók receptorai kerülnek ingerületbe. Ez általában az adott izom inára mért ütessel érhető el, ugyanis ekkor az izom hirtelen megnyúlik, s mivel az izomorsók az egyes izomrostokkal párhuzamos

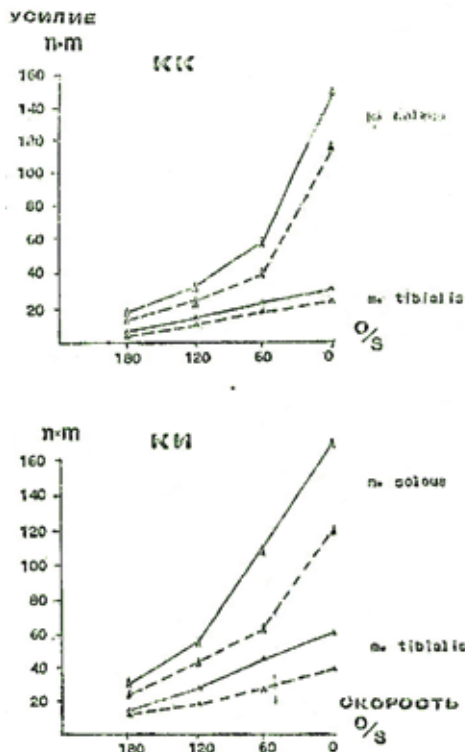


5. ábra. A talp vibrációs ingerküszöbének csökkenése az űrrepülés után a Szozuz-36 űrhajósainál (korabeli ábra)

kapcsolásúak, ezek is megfeszülnek. Az izom összehúzódásokat elektromiogramon, az izomrostok elektromos aktivitásáról készített felvételen rögzítették.

2. A lábszár izmainak állapotát a Szurveh nevű izokinetikai dinamométerrel értékelték. A készülék segítségével a gyors és lassú izommozgások, illetve izometriai összehúzódások során rögzítették az izomerőt, valamint az elektromiogramot.

3. A mozgáskivitelezést stabilometriával vizsgálták. A stabilogramot 3 percen keresztül rögzítették, az 1. percben kényel-



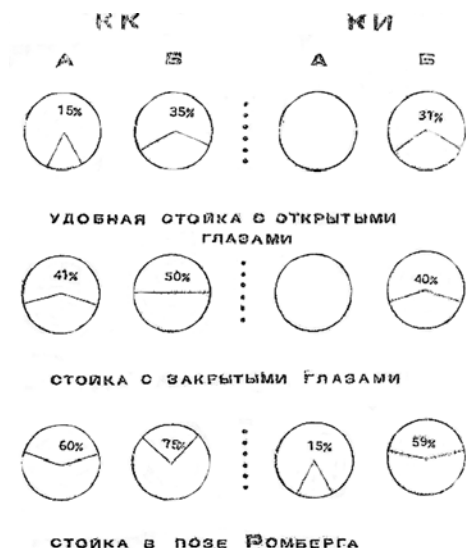
6. ábra. Az izomerő és gyorsaság változása az űrrepülés hatására a Szozuz-36 űrhajósainál (korabeli ábra)

mes álló testhelyzetben nyitott szemmel, a 2. percben kényelmes álló testhelyzetben csukott szemmel, a 3. percben Romberg-testhelyzetben (összezárt lábakkal, a test oldalához szorított kezekkel, becsukott szemekkel, álló testhelyzetben). Zavarásként a mellkasra mért ütéssel kimozdították az űrhajóst egyensúlyából. Közben rögzítették a lábszárizomzatáról elvezetett elektromiogramot is. Értékelték a test tömegpontja körüli ingadozások gyakoriságát, a korrekciók számát, a lábszár izmainak elektromiogramján a korrekciók amplitúdóját, hosszúságát.

Mindkét űrhajósnál a talp hiperszenzitivitását észlelték repülés után, az ingerküszöb KK és KI esetében is csökkent a repülés előttihez képest. A musculus

soleus és a musculus tibialis ereje mindkét űrhajósnál repülés után csökkent (szaggatott vonalak a 6. ábrán). KK esetében a változás kevésbé volt megfigyelhető, a musculus tibialis izomerő csökkenése jelentéktelen volt. KI-nél az izomerő-csökkenés kifejezettebb volt, különösen a musculus soleus esetében.

Űrrepülés után mindkét űrhajósnál a nagyfrekvenciás ingadozások előfordulási gyakorisága lényegesen megnőtt. KK



7. ábra. A nagyfrekvenciás ingadozások százalékos előfordulási gyakorisága repülés előtt (A), illetve repülés után (B) a Szojuz-36 űrhajósnál nyitott szemmel, csukott szemmel, valamint Romberg-testhelyzetben (korabeli ábra)

a Romberg-próbát már a repülés előtt is magas (60%-os) korrekciós ingadozásokkal teljesítette, ami repülés után tovább emelkedett (75%-ra). KI esetében a korrekciók előfordulási gyakorisága repülés előtt alacsony volt (15%), ami repülés után jelentősen megemelkedett (59%-ra).

Összefoglalva: mindkét űrhajósnál a talpon a szomatoszenzoros rendszer receptorainak hiperszenzitivitását észlelték repülés után, az idegvégződések közötti kölcsönhatás mechanizmusainak károsodásával. Az izomrendszer összehúzódó tulajdonságainak csökkenését találták a lábszár izomerejének kifejezett deficitjével. A stabilometriával pedig a testhelyzet megtartásának (stabilitásának) károsodását állapították meg.

A rövid idejű űrrepülésen részt vett űrhajósok mozgásszférájában bekövetkező változások hasonlóak voltak a hosszú idejű űrrepülések hatására létrejövő változásokhoz, csak nem voltak annyira kifejezettek. Megfeleltek a hétnapos immerziós fürdőben modellezett hipokinézia után elszenvedett károsodásoknak, ahol az antigravitációs izmok tónusa csökkent jelentősen. Feltételezhető, hogy a rövid idejű súlytalanság hatása egyirányú – ellentétben a hosszú idejűvel –, eredetében elsősorban az izomtónus szabályozásának károsodása mutatható ki. [10]

## A VESZTIBULÁRIS FUNKCIÓ ÉS A TÉRÉRZÉKELÉS ÁLLAPOTÁNAK VIZSGÁLATA

A belső fülben lévő félkörös ívjáratok a fej mozgásaira vonatkozó dinamikus információkat közvetítik a központi idegrendszernek. A fej statikus helyzetét, valamint a lineáris gyorsulást érzékelő zónák az utriculusban és a sacculusban foglal-

nak helyet, amelyeken belül a szőrsejtekben otolithkristályok (kalciumkarbonát kristályszemcsék) vannak. Ezek elmozdulása által meghatározott mértékű akciós potenciál keletkezik, amelynek mintázatmegoszlása jellemző arra a változásra,

amely kiváltotta. A fej helyzetének megváltozását (például álló helyzetből fekvésbe való átmenetet) követően az otolithok új helyzetet foglalnak el, és ennek megfelelő ingerületi mintázat alakul ki. Az otolithszerv mind a statikus (a fej helyzetére vonatkozó), mind pedig a dinamikus információkat közvetíti a központi idegrendszer felé. Az innen származó információk alapvetőek az izomtónus eloszlását és a testtartást szabályozó központi mechanizmusok számára.

Az ürrepülés előtt 30 nappal, valamint utána az 1., illetőleg a 4. napon megvizsgálták az űrhajósok otolithfunkcióját az elektro-nystagmográfia, a félkörös ívjáratok működését a küszöbinger meghatározása alapján, testtartásváltozásait a módosított Bojacsek-próbával 2–5 percig adagolt szöggyorsulás hatására, valamint a térérzékelést a hordozható Vertyikal-műszerrel. Értékelték a vesztibulo-vegetatív idegrendszeri reakciókat a Coriolis-erők kumulatív hatására, az optokinetikus ingerléssel kiváltott optomotoros reakció jellegét, valamint az űrhajósok repülés alatti reakcióit egy speciális kérdőívre adott válaszaik alapján.

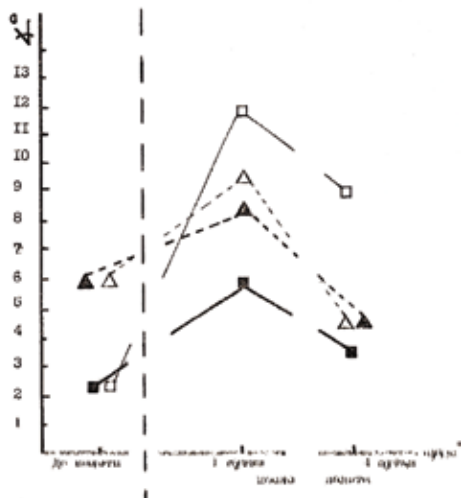
A repülés előtti vizsgálatok eredményei szerint az otolith-reflex nagysága KI-nél normális volt ( $7^\circ$ ), KK-nál csökkent reflextevékenységet találtak ( $2^\circ$ ). A reflex mindkét űrhajósnál szimmetrikus volt. A félkörös ívjáratok érzékenysége mindkettőjükénél csökkent, a küszöb  $8^\circ$  volt. KK-nál  $4^\circ$ -os aszimmetriát is találtak. A térkoordináták észlelésében elkövetett hibák az élettani határokon belül voltak. KK-nál aszimmetriát észleltek az oldalhelyzetbe való átmenetnél. A vesztibulo-vegetatív terhelhetőség a vesztibuláris edzések után közepes volt. Optokinetikus ingerekre való tűrőképesség jó volt, az eközben

észlelt nystagmus amplitúdó-frekvencia jellegzetességei a normális határon belüliek voltak.

A vesztibuláris funkcióra és a térérzékelésre vonatkozó kikérdezés azt mutatta, hogy mindkét űrhajós jól viselte az űrutazást, a vegetatív tünetek teljesen hiányoztak. A súlytalanságba érkezéskor mindketten illúziókat tapasztaltak, azonban ezek jellege, kifejezettsége, illetőleg időtartama különböző volt. KK a műszerfal elmosódottságát észlelte: „előre mozgott és lefelé tolódott”. Ez a reakció néhány percre tartott, és rövid időre újból megjelent az űrhajóból az űrállomásra történt átszálláskor. KI-nél fordított testézés lépett fel (inverzió illúziója), ami körülbelül 1,5 óráig tartott, majd az űrállomásra való átszálláskor is hasonló illúziót észlelt.

Vesztibuláris diszkomfortérzése az egész űrutazás alatt egyik űrhajósnak sem volt. Kétórás súlytalanságban való tartózkodás után mindketten érezték, hogy „fejükbe száll a vér”, mindez együtt járt a tarkótáji és szemgödri teltség érzésével, illetőleg kisértékű fejfájással. Eközben arcduzzadást, orrdugulást, valamint az orrlégzés nehezített voltát figyelték meg. Ezek az elváltozások 2 napig tartottak. A 3. napon az űrhajósok – elmondásuk szerint – alkalmazkodtak a megváltozott életkörülményekhez, a munka könnyen ment, kifáradás nélkül.

Leszállás után KI 20-30 percre keresztül szenzoros reakciókat észlelt, a fej fordításakor és a testhelyzet változtatásakor szédült. Vesztibulo-vegetatív tünetei nem voltak. Mindkettőjükénél – de kifejezettebben KI-nél – a földi körülményekhez való readaptáció első óráiban statokinetikus károsodásokat figyeltek meg, járásuk kacsázó volt, és a Romberg-próbájuk is pozitív volt.



8. ábra. Az otolith-reflex dinamikája az űrrepülés előtt, illetve repülés után az 1. és 4. napon: KK-nál (■) és KI-nél (▲) jobb oldali testhelyzetben, illetve KK-nál (□) és KI-nél (△) bal oldali testhelyzetben (korabeli ábra)

A vestibuláris funkció vizsgálata során a repülés előttihez képest lényeges (kóros) eltérést nem észleltek. Azonban KK-nál az otolith-reflex aszimmetriáját figyelték meg. Bal oldali testhelyzet-

ben megnőtt a szem ellenforgásának szöge, és megnőtt a félkörös ívjáratok funkcionális reakcióképessége. KI-nél a térkoordináták észlelésekor lépett fel aszimmetria, bal oldali testhelyzetben megnőtt a hibaszám, illetőleg – ellentétben az űrhajóparancsnokkal – csökkent a félkörös ívjáratok funkcionális reakcióképessége. Mozgásbetegség egyik űrhajósánál sem fejlődött ki. Azonban annak ellenére, hogy a repülést jól tűrték, mindkét űrhajósánál a readaptációs periódusban a vestibuláris rendszer tevékenységében elváltozásokat regisztráltak. Ezek hasonlóak voltak azokhoz az elváltozásokhoz, amelyeket korábban már más űrhajósoknál is tapasztaltak.

A rövid idejű repülés átmeneti funkcionális változásokat okozott a vestibuláris rendszer és az idegrendszer együttműködésében. A repülés utáni periódust az otolith-funkció, a térérzékelés aszimmetriájának kialakulása, valamint a félkörös ívjáratok reakcióképességének megváltozása jellemezte. [11]

## AZ INFORMÁCIÓFELDOLGOZÓ KÉPESSÉG VIZSGÁLATA

A Balaton-műszer segítségével, Remes módszere [12] szerint az űrrepülés előtt, a Szaljut-6 űrállomás fedélzetén és az űrrepülés után mérték az egyszerű szenzomotoros reakcióidőt (msec), az összetett reakcióidőt (msec), a döntési időt (msec), a feldolgozott információ mennyiségét (bit), az információfeldolgozó képesség sebességét (bit/sec), a pulzusszámot, valamint a bőrellenállást – saját tempón, illetőleg időkénszerben is.

Megállapították, hogy az információfeldolgozás súlytalanságban romlik. A világon először sikerült számszerűen lemérniük az űrhajósok szellemi mun-

kavégző képességének csökkenését. Az erről szóló közleményeket a NASA is referálta. [13] Ismertették, hogy tapasztalt űrhajósoknál az emocionális feszültség kevésbé kifejezett, mint az először repülő kutató űrhajósoknál. Az egyszerű szenzomotoros reakcióidő a többször repült parancsnoki állománynál közel azonos repülés előtt, alatt és után, míg az először repülő kutató űrhajósoknál a repülés alatt csökken, a repülés után pedig lényegesen megnövekszik. A változás a repülés alatti izgalmi fázissal és a repülés utáni kifáradással magyarázható. A döntési idő a tapasztaltaknál stabil,



9. ábra. A Szaljut-6 űrállomás fedélzetén használt Balaton-műszer



10. ábra. Leonyid Popov, Valerij Rjumin és Farkas Bertalan a Szaljut-6 fedélzetén a Balaton-műszerrel

míg a kutató űrhajósoknál a repülés alatt megnyúlik. A tapasztalt űrhajósok pszichés teljesítménye és emocionális feszültség-szintje a végrehajtandó feladatok minőségének megfelelően alakul az űrrepülés mindhárom szakaszában, míg a kutató űrhajósoknál a feszültség-szint jelentős labilitást mutat. Megállapították, hogy a munkavégző képesség alakulása függ a súlytalansághoz való alkalmazkodás minőségétől. Az akut adaptáció idején (az első 3 napban) a reakcióidők megnyúlnak, a munkavégző képesség jelentősen csökken.

A 4. naptól kezdődően a pszichés munkavégző képesség fokozatosan növekszik. A munkavégző képesség alakulása a munkanap dinamikájában azt mutatja, hogy súlytalanságban a munkanap elején és a munkanap közepén a legmagasabb a teljesítőképesség. Az alkalmazkodás kezdeti időszakában, az űrutazás első 3 napján a kutató űrhajósok teljesítménye csökken. A parancsnokoknál (KK, KE – командир экипажа, vagyis a legénység parancsnoka) ez



11. ábra. Farkas Bertalan és Valerij Kubašov a Szaljut-6 fedélzetén IFK-méréseket végez

a csökkenés nem észlelhető. Mivel mindkét állománykategóriára egyformán hat a súlytalanság, megállapítható, hogy a teljesítménycsökkenést nem maga a súlytalanság, hanem a súlytalansághoz való alkalmazkodás minősége és az ürrepülés okozta fiziológiai és pszichológiai stressz okozza.

A magyar munkavégzőképesség-kísérletet (Работоспособность) a Szaljut-6 fedélzeti Balaton-műszerével az Interkozmosz-űrhajósokon is elvégezték. [14] Az információfeldolgozó képesség Balaton-műszerrel végzett vizsgálata során megállapították, hogy az egyszerű szenzomotoros reakcióidő a parancsnokoknál rövidebb, mint a kutató űrhajósoknál, az információfeldolgozó képesség sebessége idődeficitben jobban csökken a kutatóűrhajósoknál. A mongol–szovjet ürrepülésen a kutatóűrhajós teljesítménye jobb volt, mint a parancsnoké. A szerzők rámutattak arra, hogy a súlytalansághoz való adaptációban különbségek észlel-



**12. ábra.** Farkas Bertalan információfeldolgozó képességének mérése az ürrepülés után, vita maxima terhelés során

hetők a tapasztalt és az először repülő űrhajósok között.

## MIKROBIOLÓGIAI VIZSGÁLATOK

### *A felső légutak, valamint a bőr mikroflórájának állapota*

A repülés előtti periódusban KK felső légúti, orr- és garatnyálkahártyáján patogén, B/47-es és 52/52A/80-as fágtípusú staphylococcusokat mutattak ki. Menyiségük elérte a  $10^3$  sejtet az orr nyálkahártyájáról vett mintavételi tamponon, és a  $2 \times 10^3$  baktériumszámot a 20 ml-nyi száj- és garatlemosó oldatban. Ismeretes, hogy a staphylococcus nevű kórokozók a leggyakoribb emberi megbetegedést okozó baktériumok. A bőr és a nyálkahártyák normális flórájához tartoznak, legyengült szervezetben, illetőleg bizonyos hajlamosító tényezők fennállása

esetén elszaporodásuk súlyos fertőző betegségek kialakulásához vezethet. Típusos gennykeltők, többek között légsőhurutot, tüdőgyulladást, szívbelsőhártya-gyulladást, csontvelőgyulladást, végső soron toxikussokk-szindrómát okozhatnak.

Emellett KK-nál, szokatlan módon a felső légutak nyálkahártyáján, Escherichia coli nevű Gram-negatív baktériumokat is izoláltak. Ezek a baktériumok rendszerint a tápcsatorna alsó szakaszában élnek. A legtöbb szerotípus ártalmatlan, de vannak olyanok is, amelyek



emberben ételmérgezést okozhatnak. A veszélytelen törzsek az emésztőrendszer normális flórájához tartoznak. Repülés után számos kedvezőtlen változás történt KK felső légúti automikroflórájában. Tízszeresére nőtt a patogén staphylococcusok, illetőleg jelentősen megnőtt (100-1000-szeresére) az *Escherichia coli* baktérium mennyisége is. KK szájüregében repülés után ugyancsak megjelent egy enterococcus, a *Streptococcus faecium* nevű baktérium. A fenti elváltozásokat dysbacteriosisként értékelték.

KI szájüregi mikroflórája repülés előtt nem mutatott lényeges eltéréseket. A start napján a száj és garat nyálkahártyáján jelentéktelen mennyiségű patogén 6/42 E/47/53/83A fág típusú staphylococcusokat, valamint Gram-negatív enterobacterium pálcákat, és *Streptococcus faecium* nevű enterococcusokat találtak. Repülés után azonban a patogén staphylococcusok mennyisége a szájüregében tízszeresére nőtt, miközben ezek az izolálásnál 52/52A/80-as fág típusnak feleltek meg. Ezek a baktériumkolóniák fág típusukat, valamint antibiotikum érzékenységük sze-

rinti azonosításukat, illetőleg toxicitási aktivitásukat tekintve megfeleltek az alapszemélyzet parancsnokának, KE-nek szájnyalkahártyáján vegetáló törzseknek. Valószínűsíthető, hogy az ürrepülés során történt meg az 52/52A/80-as fág típusú staphylococcus átadása, melynek során a donor KE, a recipiens pedig KI volt. A bőr mikroflórájának elemzése a látogatószemélyzetnél lényeges eltérést nem mutatott.

Összegezve: arra a következtetésre jutottak, hogy a rövid idejű ürrepülés az űrhajósok felső légúti nyálkahártyáján dysbacteriosist okozott. Hasonló jelenséget már a Szaljut-6 korábbi látogatószemélyzeteinél is észleltek. A jelenség a kozmikus repülés körülményeihez való aktív adaptáció során, a szervezet átépülésének eredményeképpen jött létre. Az adaptációs periódus után – mint ahogy ezt az alapszemélyzet tagjainál kimutatták – az űrhajósok automikroflórája normalizálódott. A kísérletek rámutattak arra, hogy az ürrepülés során a légénység tagjai képesek a kórokozókat (a patogén mikroflórát) egymásnak átadni.

### *A bél mikroflórájának állapota*

A repülés előtt 1 hónappal KK-nál és KI-nél is diszbiotikus eltéréseket észleltek a bélrendszer enterobaktérium és clostridium biocenosisában. A különféle clostridium baktériumok állandóan megtalálhatók az ember tápcsatornájában. Valamennyi clostridium faj mérgezőanyagokat (toxint) termel, és ezzel többféle súlyos betegséget okoznak (például botulizmus, különböző hasmenések, tetanusz, sebfertőzések).

Bifidoflóra deficitet, valamint a feltételesen patogén enterobaktériumok és clostridiumok számának megnövekedését észlelték, ezért a repülés előtt

2 hétig Bifidum baktérium tablettát kaptak. Ennek hatására már a kezelés 5. napjától kezdve 100-1000-szeresére emelkedett a bifidus baktériumok száma és csökkent a clostridium baktériumok mennyisége. A repülés előtti napon már stabilizálódott bifidoflórát találtak. A repülés után nem találtak lényeges eltérést. Megfigyelték azonban a bélrendszer magas, feltételesen patogén enterococcus tartalmát. A repülés előtt 7 nappal meghatározták a kiválasztott mikroorganizmusok csíraszámát, amely szerint megnyugtató módon a Klebsiella (a tápcsatorna alsó szakaszában a természetes

flóra tagjai, viszonylag kis számban vannak jelen, kóros elszaporodásuk, a Klebsiella-fertőzés számos betegség kialakulásához vezethet, elsősorban a légző és kiválasztó szervrendszerekben) és Citrobacter (erjesztő baktériumok, nagy mennyiségű gázt és savat termelnek, ritkán embert is fertőzhetnek) feltételesen patogén enterococcusok mennyisége a normális határokon belüli volt. A repülés előtti napon azonban mindkét űrhajósnál a feltételesen patogén Kleb-

siella pneumoniae, és az Enterobacter cloacae nevű baktériumok kismértékű elszaporodását figyelték meg. Repülés után KK-nál feltételesen patogén kórokozó enterococust nem találtak, KI-nél pedig csíraszámuk kissé meghaladta a repülés előtti értéket.

Összefoglalva: a vizsgálatokat úgy értékelték, hogy a repülés előtti dysbacteriosis kezelésre normalizálódott, az űrrepülés pedig nem okozott az űrhajósok bélflórájában jelentős változást. [15]

## A KÖRNYEZET, AZ ÉLET- ÉS MUNKAKÖRÜLMÉNYEK

### *Mikroklíma*

Az űrállomás mikroklímája és a levegő gázösszetétele az űrhajósok munkaképességét nagymértékben befolyásolja. Vizsgálták az abszolút légnyomást, az oxigén és a széndioxid parciális nyomását, a levegő hőmérsékletét, valamint páratartalmát. 1,5 óránként rögzítették az adatokat és telemetrikus úton továbbították a Földre. Az űrállomáson naponta, fordulatokként figyelték a mért átlagokat, illetőleg a maximálisan és minimálisan megengedhető eltéréseket. Az életbiztosító rendszerek működéséről a légénység beszámolója alapján tájékozódtak.

A légszennyezés mennyiségi és minőségi vizsgálatánál az űrállomás légtérben lebegő anyagok koncentrációját a légszűrőbetétekről nyert mintákból gázkromatográfias módon, laboratóriumi körülmények között határozták meg. Az űrhajó, illetve az űrállomás levegőjét egy hordozható műszer cserélhető adszorbensén áramoltatták át. Egy levegőszűrőn 15-20 alkalommal lehetett 500 cm<sup>3</sup> levegő átmosását elvégezni. A légszűrőket egy Progressz teherűrhajó szállította a fedélzetre, a mintákat

pedig a leszállógységek hozták vissza a Földre.

A látogatólégénység repülése idején a légnyomás változásai nem voltak jelentősek, a maximális légnyomás-ingadozás 1 nap alatt 16–17 Hgmm volt. Az oxigén résznyomásának (pO<sub>2</sub>) változása sem volt több 6–10 Hgmm-nél. A széndioxid résznyomásának változását a CO<sub>2</sub>-elnyelő berendezés időszakos működése okozta, fejfájást, fáradékony-ságot nem okozott. A hőmérséklet stabilitást általában nappal 23–25 °C-ot, az éjszakai órákban pedig 20–23 °C-ot mutatott a hőmérő. Egy esetben átmenetileg 26,9 °C-ra emelkedett a hőmérséklet. Az abszolút páratartalom 10–13 Hgmm között volt (relatív 50–65%). A mikroklímát a légénység szubjektíve általában jónak értékelte.

Gázkromatográfias eljárással meghatározták az acetone, acetaldehid, metanol, etanol, N-propanol, izopropanol, etilacetát, butilacetát, toluol, propán, N-bután, N-pentán, N-heptán és benzol koncentrációját. A megengedett koncentrációkon belüli értékeket találtak.

### *Közegészségügyi állapot*

A közegészségügyi ellátás, a személyi higiéne, a tisztaság és a járványügyi követelmények betartása zárt térben, az úrálomás fedélzetén rendkívüli fontosságú. A tisztálkodáshoz naponta száraz és nedves törülközők álltak a rendelkezésükre, az illemhelyen pedig nedves szalvétákat használtak. Ezek a felszerelések nemcsak a tisztálkodást, hanem a bőr normális mikroflórájának megőrzését is szolgálták. A jázminnal illatosított szalvéták, törülközők, valamint a testi fehéreneműk

antimikrobás anyaggal voltak átitatva. A szalvétákat hatosával műanyag fóliába csomagolták, a test, arc és kéz tisztítására, valamint az illemhelyen való használatra szolgáltak. A nedves és száraz törülközőkkel a fehérenemű váltáskor, illetve a verejtékezéssel járó erőnléti edzések után tisztították meg a testüket. Száj- és fogápolásra fogkefét, rágógumit és fogpiszkálót használtak. Hajápolásra fémfésű, illetőleg masszázskefe állt a rendelkezésükre. [16]

### *Táplálkozás*

A Szojuz–36 (vagyis a látogatószemélyzet) ételmezési felszerelése konténerekben tárolt élelmiszerkészletből, étkezésszertből, étkezésből, valamint a dobozok és ételmaradékok elhelyezésére szolgáló zsákból állt. A Szojuz–36 fedélzetén háromnapos, napi 4 étkezésre elegendő étel volt, amely 30 ételféleségből tevődött össze. A napi adag összetétele 113 g fehérjéből, 118 g zsírból, 310 g szénhidrátból állt, kalóriatartalma pedig összesen 2690 kcal volt. 10 féle húsos, 5 féle tejes ételből, 3 féle kenyérből, 6 féle édességből, 4 féle gyümölcsből és szörp-ből lehetett választani. Étrendjüket naponta kétszer a magyar gyártmányú Aerovit nevű polivitamin dragséval egészítették ki. Két étkezés között általában 4 óra telt el. Az űrhajósok étvágya a dokkolás előtt és után jó volt. Átlagosan az előírt napi kalóriamennyiséget (2690 kcal) elfogyasztották. Az úrálomás fedélzetén a látogatószemélyzet alkalmazkodott az alapszemélyzet étkezéséhez.

A Szaljut–6 (vagyis az alapszemélyzet) ételmezési felszerelése az űrhajó alapvető készletén túl elektromos étel-

melegítőt, ételrögzítő felszereléssel kiegészített étkezési asztalt, vízmelegítővel ellátott SZRV–K típusú vízregeneráló berendezést, valamint a liofilizált ételek, italok oldására szolgáló hideg- és melegvíz-adagoló berendezéseket tartalmazott. Az ellátmányuk hatnapos, napi négyszeri étkezést biztosító menüből állt, nem sokban tért el a látogatószemélyzet ételmezésétől. 70 ételféleséget tartalmazott, naponta 135 g fehérje, 110 g zsír, 380 g szénhidrát, 0,8 g kalcium, 1,7 g foszfor, 0,4 g magnézium, 3 g kálium, 4,5 g nátrium, 50 mg vas, 3150 kcal bevitelére szolgált. A választék 25 féle húsételt, 5 féle tejkészítményt, 5 féle kenyeret, 10 féle édességet, 12 féle gyümölcsöt és szörpöt, 3 féle üdítőitalt, 2 féle fűszert, valamint 6 féle előételt tartalmazott. Naponta kétszer Aerovit nevű polivitamin dragsét is kaptak. Az ételek közül 34 félélt fogyasztottak melegen.

A látogatólegénység étvágya jó volt, naponta átlagosan 3000 kcal-t fogyasztottak, azonban ez csak becsült érték volt, mert hiányosak voltak az információk a terméklistáról naponta el nem fogyasztott ételekről. Az űrhajósokat naponta

figyelmeztetni kellett arra, hogy tartsák be az előírt étrendet. Valamennyi ételt ízletesnek találták, ízérzékelésük nem

változott, diszpepsziás panaszaik nem voltak. Az űrrepülés alatt KK 2 kg-ot, KI pedig 3,3 kg-ot fogyott. [17]

## ÖSSZEFOGLALÁS

Az első szovjet–magyar űrrepülés sikeres volt. Az űrhajósok egészségi állapota a repülés alatt és után is jó volt. Az orvosi vizsgálatok és kísérletek értékes adatokat szolgáltatottak az űrhajósok egészségéről, valamint a lakókörnyezetük állapotáról. Az Interkozmosz-kísérletek, valamint a részletes kliniko-fiziológiai vizsgálatok nemcsak gyakorlati, hanem elméleti jelentőségűek is voltak, elmélyítették a kozmikus repülések emberre gyakorolt hatásáról alkotott ismereteket.

A vizsgálatok nem mutattak ki súlyos elváltozásokat az űrhajósok szervezetében, azonban a repülés alatti és utáni periódusban szinte minden mutatóban eltérések mutatkoztak. Illúziók jöttek létre, csökkent az űrhajósok immunitása, a zsír-, fehérje-, energetikai, vitamin-, só- és vízháztartás anyagcserében labilitás alakult ki. Csökkent az ortosztatikus ellenálló képesség, illetőleg a fizikai terhelhetőség. Megváltozott az érzékszervi tevékenység: emelkedett a hallásküszöb, nőtt a félkörös ívjáratok érzékenysége, az otolith-reflexben, valamint a térér-

zékelésben aszimmetria alakult ki. Elváltozásokat mutattak ki a mozgató- és támasztórendszerben, károsodtak a mechanoreceptorok, csökkent az izmok összehúzódnó képessége, a térérzékelésben zavarok keletkeztek. Csökkent az információfeldolgozó képességük, romlott a szellemi munkavégző képességük. Átépült az űrhajósok pszichés tevékenysége. Egyes változások egyéni jellegűek voltak. Ide tartozott például KK repülés után megfigyelt májvénapangása nehezített artériás elfolyással, valamint a KI agyi vérkeringésében felfedett aszimmetria, illetve a vertebrobasilaris vértelődés csökkenése következtében kialakuló ortosztatikus hypotonia. A mikroflóra vizsgálata rámutatott arra, hogy az űrrepülés alatt lehetséges a kozmonauták között a patogén mikroflóra cseréje. Hangsúlyozták, hogy a felfedezett elváltozások az űrrepülés velejáráói voltak, nem tekintették kóros jellegűeknek, létrejöttüket a kedvezőtlen élettani hatások következtében kialakuló fizikai és pszichés terheléssel együtt járó stressz hatásnak tulajdonították.

## HIVATKOZÁSOK

- 1 Совместные советско-внгерские медико-биологические исследования при полёте международного экипажа на светском пилотируемом комплексе Салют–6–Союз–36. Москва. 1982. Министерство Здравоохранения СССР. Институт Медико-Биологических Проблем. Repülõorvosi Archívum Kecskemét. RAK 1982 00 03. 120–122. o.
- 2 Uo.: 123–139. o.
- 3 Uo.: 140–149. o.
- 4 Uo.: 150–159. o.
- 5 Uo.: 161–163. o.
- 6 Uo.: 164–166. o.
- 7 Uo.: 167–171. o.
- 8 Uo.: 172–176. o.
- 9 Uo.: 177–181. o.
- 10 Uo.: 182–195. o.
- 11 Uo.: 196–204. o.
- 12 Dr. REMES P.: Az első magyar űrrepülés története. Remes Péter, Kecskemét, 2020. 40–42. o.
- 13 Remes P., Hideg J., Bognár L. et al.: Changes in information processing ability (IPA), EEG, EOG using passive orthostatic and antiorthostatic test. Hungarian Academy of Sciences, Intercosmos Council, Budapest, Hungary. NASA. 84A24347# Issue 9, 1293. o., Category 52.; Hideg J., Remes P., Bognár L., et al. Modern method and instrument for measuring psychic performance of aircraft pilots. Hungarian Academy of Sciences, Intercosmos Council, Budapest, Hungary. NASA. 84A11756# Issue 2, 205. o., Category 53.; Hideg J., Bognár L., Remes P., et al.: Psychophysiological performance examination onboard the orbital complex Salyut–Soyuz. Hungarian Academy of Sciences, Intercosmos Council, Budapest, Hungary. NASA. 82A44686# Issue 22, 3542. o., Category 52.
- 14 Нечаев А. Г., Мясников В. И., Козеренко О. П., Пономарева И. П., Хандт М., Златарев К., Радковски Г., Хидег Й., Богнар Л., Ремеш П.: Динамика показателей психической адаптации космонавтов к условиям полёта. Доклады XV. Конференции Рабочей Группы по Космической Биологии и Медицине по программе Интеркосмос. Бухарест. 1982.
- 15 Совместные советско-внгерские медико-биологические исследования при полёте международного экипажа на светском пилотируемом комплексе Салют–6–Союз–36. Москва. 1982. Министерство Здравоохранения СССР. Институт Медико-Биологических Проблем. 205–208. o. Repülõorvosi Archívum Kecskemét. RAK 1982 00 03.
- 16 Uo.: 209–215. o.
- 17 Uo.: 216–217. o.

## THE FIRST HUNGARIAN SPACEFLIGHT, 1980 PART III

**AUTHOR** Col. (Ret.) Péter Remes MD

**KEYWORDS** Hungarian spaceflight, Space Life Sciences, Aviation and Space Medicine, Aeromedical Research Institute (ROVKI), Interkosmos, space activity in Hungary

**ABSTRACT** *Hungarian military doctors played a major role in Hungarian aviation and space medicine. They fulfilled their duties in accordance with the confidentiality regulations during the Cold War, therefore their role has not received any publicity so far. They took part in the meetings, congresses and symposiums of the Warsaw Pact on aviation and space medicine. Their activities were successful in the Interkosmos Program and they carried out researches dealing with life sciences in space. Also, they performed duties concerning the Hungarian spaceflight. Certain parts of the Hungarian spaceflight were considered to be state secrets and were regulated by top secret government decrees. The formerly secret data in connection with Hungarian spaceflight are released and described for the first time.*