

Medicina Espacial

Aspectos Médicos de la Carrera Espacial Soviética

JUAN JOSE CANTON ROMERO,
Capitán Médico del Aire

JOSE MARIA DELGADO PEREZ,
Capitán Médico del Aire

C.I.M.A.

EN el número de octubre de esta Revista se trataba el tema de los aspectos médicos de la carrera espacial norteamericana, vamos a dedicar ahora este trabajo a conocer desde un punto de vista comparativo, aspectos aeromédicos concernientes al Programa

Espacial Soviético. Dicho programa más orientado a la consecución de una estación espacial, y cuyo último eslabón es precisamente el desarrollo del complejo M.I.R.

Las conclusiones aquí expresadas incluyen aspectos generales de la Biomedicina Espacial.

PROGRAMA ESPACIAL SOVIETICO

a) Proyecto Sputnik

Al primer satélite, el Sputnik 1 lanzado en Octubre de 1957 siguió una serie en los que la "tripulación" eran animales de experimentación.

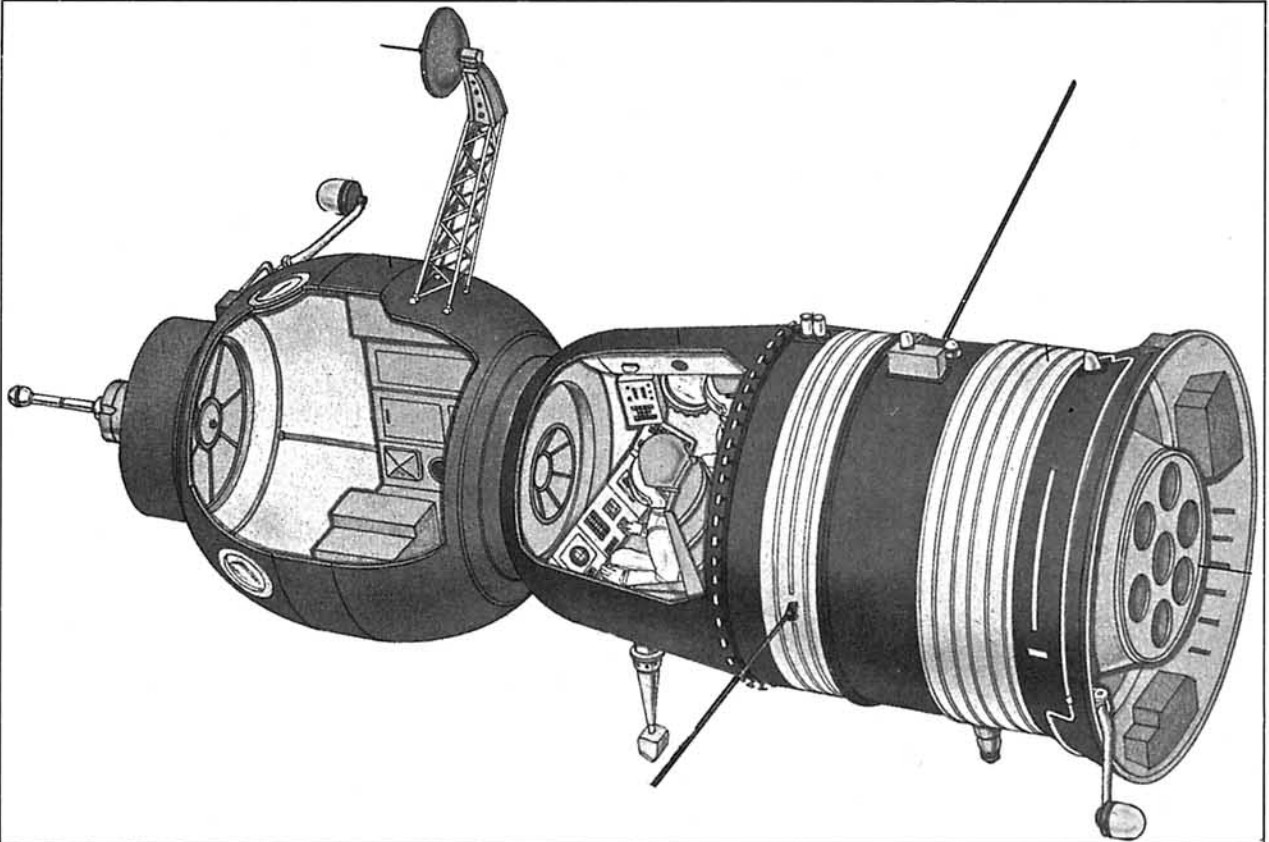


Figura 1. Nave tipo Soyuz.

ANEXO

VUELOS ESPACIALES SOVIETICOS

PROYECTO	FECHA	NAVE	TRIPULANTES	OBSERVACIONES
Vostok	12-4-61	Vostok-1	Yuri Gagarin	Primer vuelo espacial tripulado. 108 min. duración
	6-8-61	Vostok-2	Titov	Cinetosis
	11-8-62 12-8-62	Vostok-3 Vostok-4	Nikolayev Popovich	Misión conjunta
	14-6-63 16-6-63	Vostok-5 Vostok-6	Bykousky Valentina Tereshkova	Misión conjunta Primera mujer en el espacio
Voskhod	12-10-64	Voskhod-1	Komarov Feoktistov Yegorov	Primer examen médico en el espacio. Estudios vestibulares.
	18-3-65	Voskhod-2	Belyayev Leonov	Primer "Paseo espacial". Estudios vestibulares.
Soyuz	23-4-66	Soyuz-1	Komarov	Murió al aterrizar.
	26-10-68	Soyuz-3	Boregovoy	Intento de atraque al Soyuz-2 (no tripulado) taquicardia.
	14-1-69	Soyuz-4	Shatalov Volynov	Atraque ambas aeronaves, trasvase de una a otra por E.V.A.
	15-1-69	Soyuz-5	Khrunov Yeliseyev	
	11-10-69	Soyuz-6	Shonin Kubasov	Preparativos para futura estación espacial. Primeras soldaduras en el espacio
	12-10-69	Soyuz-7	Filipichenko Volkov	
	13-10-69	Soyuz-8	Shatalov Yeliseyev	
	1-6-70	Soyuz-9	Nikolayev Sevastyanov	Estudio sist. Cardiovascular y músculo esquelético.
	22-4-71	Soyuz-10	Shatalov Yeliseyev Rukavishnikov	Atraque en estación Salyut-1
	6-6-71	Soyuz-11	Dobrovolsky Volkov Patsayen	Atraque en estación Salyut-1. Accidente descompresión que originó la muerte de los cosmonautas
	27-9-73	Soyuz-12	Lazarev/ Makarov	Vuelo por 2ª vez de un médico.
	19-12-73	Soyuz-13	Klimuk Lebedev	Utilización de medidas para evitar desajuste cardiovascular. Estudios circulación cerebral
	4-7-74	Soyuz-14	Popovich Artyukhin	Atraque con estación Salyut-3

Continúa

desde la famosa perra Laika, hasta el Korabl Sputnik 2, verdadero arca de Noé espacial, llevando 2 perros, 40 ratones, 2 ratas, moscas y algunas plantas. Estos animales estaban monitorizados teleméricamente, controlándose tensión arterial ECG, pulso y respiración.

b) Proyecto Vostok

El 12 de agosto de 1961 era lanzado al Espacio el Teniente de la Fuerza Aérea Soviética, de 27 años, Yuri Gagarin (Véase fig. 2) quien completó un vuelo orbital de 108 minutos de duración.

Durante los vuelos del proyecto Vostok, fueron monitorizados frecuencia cardiaca, ECG, EEG, electrooculografía, electromiografía, termografía.

En el Vostok 2 el cosmonauta Gherman Titov, experimentó por vez primera Desorientación Espacial y cinetosis. Fue Titov el primero en dormir en el Espacio. Debido a la incidencia de cinetosis la selección de cosmonautas fue muy rigurosa para descartar cualquier antecedente o facilidad para tenerla.

Hay que señalar que la misión Vostok 6 puso en el espacio a la primera mujer (Una trabajadora de una fábrica textil), quien no experimentó ninguna diferencia biomédica en relación con los cosmonautas lanzados previamente.

c) Proyecto Voskhod

Sólo dos lanzamientos tuvieron lugar en este programa, el mayor espacio disponible permitía monitorizar mayor número de variables biológicas como audición, función respiratoria y estudio del aparato vestibular. Leonov realizó el primer paseo espacial durante el vuelo del Voskhod.

d) Proyecto Soyuz

El propósito principal del proyecto Soyuz era proporcionar una aero-

Tabla I. Algunas de las conclusiones aportadas por los estudios realizados en el Programa Salyut

- Periodos largos de tiempo en Estaciones Orbitales son posibles.
- Un adecuado programa de ejercicio físico y dieta puede controlar el desajuste cardiocirculatorio y la pérdida de masa muscular.
- Cambios metabólicos y a nivel de volumen celular sanguíneo son reversibles.
- La pérdida de calcio y Osteoporosis puede ser un problema en misiones superiores a 1 año.



Fig. 2. Cosmonauta soviético Yuri Gagarin, primer hombre en el Espacio. Su vuelo orbital duró 108 minutos, el 12 de abril de 1961.

nave multiuso que pudiera ensamblarse a modo de transbordador por una estación orbital. Para ello disponía de dos compartimentos (Véase fig. 1) uno denominado módulo orbital o compartimento de trabajo y experimentación, y un módulo de mando, con capacidad para 2 ó 3 cosmonautas, destinado al control y manejo de la Aeronave; un módulo de servicio proporcionaba energía combustible y mantenimiento de toda la aeronave. Mediante el módulo orbital se disponía la capacidad para acoplamiento de otra nave, concretamente a la Estación Salyut o mediante un sistema de interconexión a la nave Apollo (Proyecto ASTP), que ya describimos anteriormente.

El Soyuz 1 acabó trágicamente: la nave se estrelló contra el suelo a 650 km/h., al fallar el sistema de despliegue de los paracaídas. Quizás las naves Soyuz han cumplido su mejor misión sirviendo de transbordadores a la estación espacial Salyut.

Los hallazgos biomédicos fueron similares a los experimentados por los norteamericanos, con alguna excepción, como en el Soyuz 9, donde a pesar de seguir un extenso programa para evitar el desacoplamiento cardiovascular los síntomas fueron intensos y se necesitaron 11 días para su recuperación.

e) Proyecto Salyut

Se denominó así al programa de estación espacial soviético; éstos pusieron en órbita la primera estación en 1969. Este vehículo (Véase fig. 3) fue concebido como un lugar habitable y laboratorio espacial para estancias de larga duración y con tripulaciones rotatorias. Las naves Soyuz servirían como transbordadores, incluso a partir de 1977, en que se puso en órbita la estación Salyut-

PROYECTO	FECHA	NAVE	TRIPULANTES	OBSERVACIONES
Soyuz	2-12-74	Soyuz-16	Filipichenko Rukavishnikov	Verificaciones previas a proyecto Apollo-Soyuz
	9-1-75	Soyuz-17	Gubarev Grechko	Atraque con estación Salyut-4
	5-4-75	Soyuz-X	Lazarev Makarov	Misión abortada. Los cosmonautas sufren heridas
	25-5-75	Soyuz-18	Klimok Sevastyanov	Atraque a Salyut-4. Estudios en micro-gravidez
	6-7-76	Soyuz-21	Volynov Zholobov	Atraque estación Salyut-5. 48 días
	15-9-76	Soyuz-22	Bykousky Aksenov	Programa conjunto con Alemania del Este
	14-10-76	Soyuz-23	Zudov Rozhdestvensky	Falla atraque con Salyut-5
	7-2-77	Soyuz-24	Gorbatko Glazkov	Atraque con Salyut-5. Medidas contra desajuste cardiovascular
	9-10-77	Soyuz-25	Kovalekov Ryumin	Falla atraque con Salyut-6
	10-12-77	Soyuz-26	Romanenko Grechko	Atraque con Salyut-6. Importantes síntomas de desajuste cardiovascular post-vuelo. 96 días
	10-1-78	Soyuz-27	Dzhanibekov Makarov	Visita a tripulación de Salyut-6
	2-3-78	Soyuz-28	Gubarev Remek	2ª Visita a tripulación de Salyut-6
	15-6-78	Soyuz-29	Kovalenok Ivanchenko	2ª tripulación de Salyut-6. 140 días. Nuevo equipo E.V.A.
	27-6-78	Soyuz-30	Klimuk Hermaszewski	
Reaprovisionamiento de Salyut-6 con Progress 2 y 3				
27-8-78	Soyuz-31	Bykousky Jaehn (Alemania Este)		
25-2-79	Soyuz-32	Lyakhov Ryumin		Acoplamiento al Salyut-6. Experimentos biomédicos con moscas. 175 días en Espacio
Reabastecimiento con Progress 5				
10-4-79	Soyuz-32	Rukavishnikov Ivanov		Se aborta acoplamiento con Salyut-6
Reabastecimiento de Salyut-6 con Progress 6				

Continúa

PROYECTO	FECHA	NAVE	TRIPULANTES	OBSERVACIONES
Soyuz	9-6-79	Soyuz-34	No tripulado	
	Progress 7 Progress 8			
	9-4-80	Soyuz-35	Ryumin Popov	Transporte de personal a Salyut-6. 185 días en Salyut-6. Ryumin total = 362 d.
	26-5-80	Soyuz-36	Cosmonauta soviético Cosmonauta húngaro	Experimentos con Interferon (Producción en células humanas)
	Progress 9			
	5-6-80	Soyuz T-2	Malyshev Aksenov	
	Progress 10			
	23-7-80	Soyuz-37	Cosmonauta soviético Cosmonauta vietnamita	
	18-9-80	Soyuz-38		
	Progress 11			
	20-11-80	Soyuz T-3	Kizim Makarov Strelalov	Holografía en Espacio
	Progress 12			
	19-3-81	Soyuz T-4	Kovalenok Savinykh	Experimentos biomédicos. 75 días en el Espacio
	23-3-81	Soyuz-39	Jugderdemidyn (Mongolia) Dzhanibekov	
	30-3-81	Soyuz-40	Popov Prunariu (Rumania)	
19-4-82	Salyut-7		Puesta en órbita Estación Espacial Salyut-7	

Continúa

6. versión mejorada de las estaciones previas que permitía 2 puntos de atraque, incluido las nuevas Soyuz-T y las denominadas "PROGRESS" capaces de transportar alimentos y material sin necesidad de ser tripuladas.

Se realizaron numerosos experimentos biomédicos, estudiando los mecanismos de regulación de la circulación cerebral, se utilizaron nuevos sistemas para evitar el desbalance cardiorregulatorio una vez de vuelta a la tierra, mediante la utilización de aparatos de presión negativa utilizado a modo de pantalones.

Se establecieron nuevos programas de ejercicio físico, incluso utilizando estimulación eléctrica muscular. Las dietas se modificaron siendo ricas en sales y aumentando el aporte de líquidos.

En la Estación Salyut se llevó a cabo el programa "Interkosmos" en el que participaron cosmonautas de diversos países del este e incluso uno francés.

En la tabla I se señalan algunas de las conclusiones más relevantes de períodos superiores a los 175 días, de permanencia en la Estación.

CONCLUSIONES

Hemos separado desde el punto de vista biomédico, cuales han sido los problemas que se han planteado a lo largo de la carrera espacial, algunos han sido resueltos, otros no totalmente, pero mucha de la tecnología empleada para ello es actualmente de común uso en hospitales como sistemas de monitorización utilizados en U.C.I. y mejor conoci-

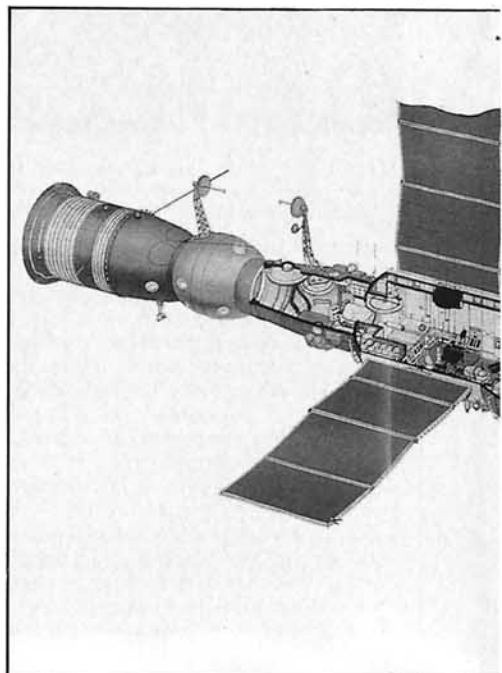


Fig. 3. Estación espacial Salyut 6.

miento de la fisiología cardiovascular, el desarrollo de técnicas de catecterización, desarrollo de oxímetros, etc...

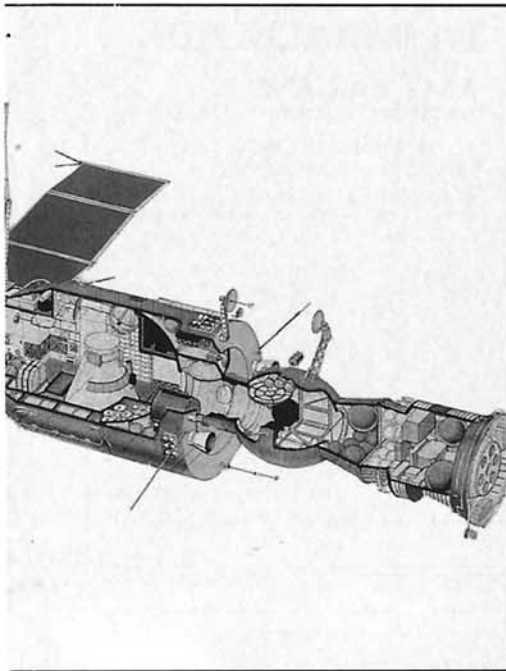
Podríamos resumir los efectos fisiológicos de los Vuelos Espaciales en los siguientes apartados:

1) *Reacciones Neurovestibulares.* Fundamentalmente aparición cinetosis, ello es debido a que dos de los sistemas que intervienen en la determinación de la situación del individuo con respecto al espacio están afectados por las fuerzas de la gravedad, al fallar ésta estos sistemas reciben una información completamente nueva y que implica un reajuste que va a desembocar en la cinetosis (vértigo, mareo, malestar general, náuseas y vómitos).

2) *Desajuste cardiovascular.* Es otro de los efectos de la Ingravidez. La sangre tiende a acumularse en las partes menos declives, 0.6-2 l. de sangre abandonan los m.m.i.i. para redistribuirse por los m.m.s.s. y cabeza; de ahí la facies abotargada

del astronauta. Como consecuencia de ello se ponen en funcionamiento una serie de receptores vasculares a la distensión que interpretan este acumulo de sangre erróneamente, originando la hiposecreción de hormonas que va a hacer que pierda sodio por la orina, produciéndose una cierta deplección hidrosalina.

3) *Alteraciones musculoesqueléticas.* Se aprecia una elongación de



los espacios intercerebrales, ello explica la ganancia de estatura en el espacio que puede llegar a ser hasta 4 cm. Se observa una pérdida de calcio cuyo mecanismo fisiopatológico aún no está del todo claro.

Asimismo hay pérdida de Ca por la orina que puede llegar a ser de hasta el 50%. Ello conduce a una desmineralización ósea.

Respecto al aparato muscular se aprecia una atrofia muscular sobre todo a expensas de los miembros inferiores, probablemente en relación con la degradación de proteínas musculares objetivado por una considerable pérdida de Nitrógeno por la orina.

4) Finalmente aparecen también alteraciones a nivel *Hematológico*. Reducción en el número de glóbulos rojos y hemoglobina con una disminución de hasta 15% del volumen sanguíneo.

En el anexo de este trabajo se relacionan cronológicamente los vuelos espaciales tripulados soviéticos.

PROYECTO	FECHA	NAVE	TRIPULANTES	OBSERVACIONES
Soyuz	13-5-82	Soyuz T-5	Berezovoy Lebedev	1ª Tripulación de la Salyut-7. 211 días en el Espacio
	Progress 13			
	24-6-82	Soyuz T-6	Dzhanibekov Ivanchenkov Chretien (Francia)	
	20-8-82	Soyuz T-7	Popov Serebrov Svetlana Savitskaya	2ª mujer en el Espacio. Efectos de la ingravidez en la mujer
Estación Cosmos 1443				
	20-3-83	Soyuz T-8	Titov Strekalov Serebrov	La misión aborta antes de atracar en la Salyut-7
	27-6-83	Soyuz T-9	Lyakhov Aleksandrov	Aleksandrov presenta problemas de adaptación: náusea, insomnio, falta apetito
Explosión durante operación de lanzamiento Soyuz T. Cosmonautas ilesos.				
	8-2-84	Soyuz T-10	Kizim Solovyev Atkov	Conexión con estación Salyut-7. 237 días en el Espacio. 5 EVA'S
	3-4-84	Soyuz T-11	Malyshev Strekalov Sharma (India)	Ejercicios de yoga en el Espacio
	17-7-84	Soyuz T-12	Dzhanibekov Volk Svetlana Savitskaya	1ª mujer que hace un EVA
	6-6-85	Soyuz T-13	Dzhanibekov Savinykh	Reparación Estación Salyut-7
	17-9-85	Soyuz T-14	Vasyutin Volkov Grechko	Vasyutin volvió 2 meses después enfermo
Cosmos 1669 y Cosmos 1686 Acoplamiento a Salyut-7				

BIBLIOGRAFIA GENERAL

- 1.— Arnauld E. Nicogossian. Biomedical Challenge of Space flight Ch.29. Fundamentals of Aerospace Medicine. Lea & Febiger. 1985.
- 2.— Arnauld E. Nicogossian. Space Physiology and Medicine. NASA SP-447. 1982.
- 3.— Engle E; Arnold S. Lott. Man in flight. Biomedical Achievements in Aerospace. Leeward Pub. INC. 1979.
- 4.— Kenneth. Gatland. Enciclopedia Ilustrada de la Exploración del Espacio. Ed. Quarto 1984.
- 5.— Bondurant S. Contributions of Aerospace Medicine to Clinical Medicine. Aviat. Space Environ. Med. 1986 (10, Suppl): A 54-A 57.
- 6.— Enciclopedia Brittanica. World Data Annual 1980-1987.
- 7.— H. Planel, H. Oser. A. Survey of Space Biology and Space Medicine. ESA BR-17. Feb. 1984. European Space Agency.