

## LA MEDICINA AEROESPACIAL EN EL CINCUENTENARIO DEL ALUNIZAJE

Alfredo Jácome Roca<sup>1</sup>

El 21 de diciembre de 1968 se realizó la primera misión tripulada a la Luna. No estaba planeada, pero la competencia espacial generada por la Guerra Fría llevó a la NASA a hacer el intento, y un grupo de astronautas comandados por Frank Borman dio 10 vueltas orbitales a nuestro satélite antes de regresar. Meses después, el 20 de julio de 1969, la Misión Apolo 11 comandada por Neil Amstrong, con la compañía de los astronautas Buss Aldrin y Michael Collins, logró la increíble hazaña del alunizaje y caminata humana en suelo selenita. Este logro ha sido recordado en la película *First Man*.

Los médicos estamos para lidiar con los problemas de salud de los pacientes, dejando a los expertos -y a la ciencia ficción-, lo que pueda ocurrir con los seres vivos en el espacio extraterrestre. Sin embargo, Rodolfo Llinás, médico, académico y neurofisiólogo, ha realizado investigaciones exitosas para la Agencia Aeroespacial Norteamericana (NASA).

Esta institución ha venido abriendo espacios a ciudadanos de otros países. Colombianos distinguidos se cuentan entre los científicos que en diversos campos aportan al conocimiento del espacio, que no se limita a intentar poner hombres en Marte, sino también a recoger información experimental de gran utilidad para el desarrollo y la salud del hombre en la tierra.

Antes del Sputnik, de la perra Laika, Yuri Gagarin o John Glenn, empezó a tomar fuerza la naciente espe-

cialidad de la medicina aeronáutica, campo que estudia y maneja las necesidades específicas de los pilotos en materia de salud. Aceleraciones, vibraciones, ruidos, baja presión atmosférica, temperatura y baja humedad o fatiga por desincronosis al cruzar husos horarios, permiten comprender cómo ciertas enfermedades de la patología humana son de especial consideración en el ambiente aeronáutico. Ahora se habla de Medicina Aeroespacial, al incorporar la salud, seguridad y desempeño de los astronautas.

En este medio siglo muchos hombres han ido al espacio. La Estación Espacial Internacional por ejemplo, ha sido visitada por más de 230 personas de 18 países, siendo Brasil el único latinoamericano. Durante 24 horas, la Estación hace 16 órbitas sobre Tierra y ha llevado a cabo más de 1.900 experimentos únicos sin descanso, por parte de la NASA.

El hombre se ha tomado en serio el estudio del universo, los viajes turísticos aeroespaciales, el regreso a la Luna para montar una base allí y el viaje tripulado a Marte para 2033. Al menos 9 retos urgentes deben ser solucionados por la NASA antes de dicho viaje, entre ellos la disponibilidad de agua, alimento, manejo de residuos, protección contra la radiación solar, urgencias médicas, deterioro orgánico y cognitivo.

En lo que respecta a la formación en el campo de la medicina aeroespacial en el contexto académico colombiano, la Universidad Nacional de Colombia en

<sup>1</sup> MD. Miembro de Número de la Academia Nacional de Medicina y Editor Emérito de la Revista Medicina. Bogotá, Colombia.

conexión con la Aeronáutica Civil, ofrece un programa de 3 años de especialización. Por otra parte, gracias a apoyos como el de la Comisión de Publicaciones de la Academia Nacional de Medicina, hemos visto con beneplácito que médicos y estudiantes del Grupo de Investigaciones en Salud (GIS) de la Universidad del Cauca (en la Fotografía, Figura 1), han sido designados por la NASA como “asesores y evaluadores expertos” y han participado en 2019 en un taller del programa de investigación humana (*Human Research Program Investigators Workshops*).

Allí trataron uno de los temas que estudian: el de la optimización celular *in vitro* para pacientes infartados. Han recibido apoyo de la Universidad del Cauca, así como de la Universidad de Antioquia, de la investigadora colombiana Carolina Salguero en Harvard, y recientemente, de la médica Daniela Gabriele Grimm, quien es profesora de la Universidad de Magdeburgo (Alemania) y está dedicada a la biología gravitacional y a la medicina regenerativa translacional. Grimm también es farmacóloga y se ha interesado por los efectos de los fármacos en el espacio; utiliza equipos para experimentos en tierra como el *Clinostat*, la *Random Positioning Machine* y el *Rotating Wall Vesse*. Además, es experta en cambios fisiológicos a nivel endocrino en estados de microgravedad y es una de las editoras de la revista *Nature* (1).



**Figura 1.** Médicos internos del grupo GIS en la NASA: Luisa Fernanda Zúñiga y Jahn Sebastián Saavedra

El portal de la Academia Nacional de Medicina alberga varias revisiones resumidas del Grupo de Investigaciones en Salud (GIS) con los datos de los factores de riesgo que tienen los astronautas en el espacio, logrando recibir en primera instancia más de 5.821 visitas en 24 horas (2). Hay interesantes datos que resumimos a continuación:

- La radiación ionizante aumenta los riesgos de padecer cáncer por la exposición a rayos X y rayos gamma. Las células preneoplásicas o microtumores inactivos en la Tierra, podrían progresar a cáncer por exposición a la radiación cósmica. Se pueden presentar alteraciones del citoesqueleto, con células de apariencia redondeada (esferoides); la señalización se modifica y hay alteraciones en su expresión genética.
- Músculos y huesos presentan acentuada atonía y atrofia por la disminución en la síntesis de proteínas. Los discos intervertebrales se ensanchan por efecto de ganancia de agua, incrementando la estatura entre 5 y 7 cm; cuando se superan dos meses en ausencia de gravedad, se padece dolor lumbar al regreso, se aumenta el riesgo de fracturas por rápida descalcificación y se pueden presentar cálculos renales.
- La microgravedad impone disminución de la actividad compensadora a los receptores de piel, músculo, articulaciones y sistema vestibular. Durante vuelos espaciales de larga duración, los músculos y la resistencia física se agotan, perdiendo la capacidad de sostener y hacer ejercicio hasta en un 50%.
- Una reducción del volumen cardíaco puede verse en viajes espaciales mayores a 6 meses, con disminución en la densidad capilar de músculos y corazón, y también con posibilidad de cardiopatías y riesgo de arritmias malignas por alteraciones iónicas. El corazón se vuelve un 10% más esférico por la microgravedad, y disminuye el volumen sanguíneo del 15 al 20%. Sin embargo, la función cardiovascular es normal mientras se está en el espacio, pero al regresar se pueden tener respues-

tas hemodinámicas alteradas como taquicardia marcada, hipotensión ortostática con síncope. El estrés crónico puede generar hipertensión. No obstante, en los vuelos largos el sistema cardiovascular se adapta.

- Los marcadores sanguíneos de inflamación, crecimiento vascular y estrés, se elevan y se conjugan con las alteraciones inducidas por la microgravedad en la estructura de las paredes arteriales. La respuesta inmune se ve afectada por la radiación espacial, la microgravedad, la nutrición y los cambios de la microbiota intestinal, creando estados de inmunosupresión.
- La presión cerebral en la microgravedad aumenta, con disminución de la capacidad y rendimiento en actividades de rutina. Por falta de actividad física, la carótida tiene mayor tensión y rigidez. Las arterias principales tienden a envejecer más rápido por estrés, microgravedad, radiación y alteraciones del ritmo circadiano. Puede haber un aumento de la presión intracraneana.
- Entre el 30 y 60% de los astronautas del espacio pueden sufrir una pérdida de la agudeza visual al regresar a casa, según la duración del vuelo.
- Hay alteraciones endocrinas por la microgravedad. Esto ocurre con las hormonas de estrés y las del sistema renina-angiotensina-aldosterona; disminuye la síntesis de eritropoyetina, y aumentan los niveles de norepinefrina y hormona anti-diurética.
- Cuando los astronautas están en el espacio, su temperatura corporal alcanza los 40 °C.
- El descenso de la presión sobre la columna dorsal por la ausencia de gravedad hace que la estatura de los astronautas aumente aproximadamente entre 5 y 7 cm.
- Los guantes del traje espacial son muy pesados y voluminosos, de modo que oprimen los dedos y cortan la circulación; las manos acaban llenas de rozaduras, ampollas y hay progresiva caída de uñas.
- El ciclo solar pasa de 24 horas a 90 minutos en la Estación Espacial Internacional. Puede haber

pérdida de sueño por exceso de ruido, y cambios hormonales por microgravedad. Los astronautas pueden dormir de pie en una bolsa de sueño en la estación espacial.

En consonancia con lo anterior, uno de los artículos del presente número de la Revista Medicina, aborda la temática relacionada con los riesgos, las complicaciones y cambios fisiológicos que experimentan los astronautas bajo la ausencia de gravedad y la exposición a radiación cósmica.

Para finalizar, es válido subrayar que el universo ya está en la mira de los científicos colombianos. Hasta ahora, nuestro interés había sido poético, como bellamente dicen los versos de José María Rivas Groot:

Amplias constelaciones que fulguráis tan lejos,  
mirando hacia la tierra desde la comba altura,  
¿por qué vuestras miradas de pálidos reflejos  
tan llenas de tristeza, tan llenas de dulzura? (3).

Las estrellas le contestan al poeta:

Es triste ver al Hombre, que lumbre y lodo encierra,  
mirarnos desde abajo con infinito anhelo;  
tocada la sandalia con polvo de la tierra,  
tocada la pupila con resplandor del cielo (3).

## Referencias

1. Strauch SM, Grimm D, Corydon TJ, Krüger M, Bauer J, Lebert M, Wise P, Infanger M, Richter P. Current knowledge about the impact of microgravity on the proteome. *Expert Rev Proteomics*. 2018; 19:1-12.
2. Saavedra JS, Zúñiga LF y cols. Riesgos en el espacio exterior revisados por estudiantes de medicina. <http://www.anmdecolombia.net/index.php/48-home/noticias1/705-riesgos-en-el-espacio-exterior-revisados-por-estudiantes-de-medicina>
3. Rivas-Groot JM. Cuadernillo de poesía colombiana No. 67. Universidad Pontificia Bolivariana. <https://revistas.upb.edu.co/index.php/upb/article/download/4137/3709>