

VUELOS ESPACIALES: LOS CAMBIOS EN LAS CÉLULAS CARDÍACAS

Jhan Sebastián Saavedra-Torres^{1,a,b,c,d}, María Virginia Pinzón Fernández^{2,a,d},
Luisa Fernanda Zúñiga-Ceró^{3,a,b,c,d}, Gissel Viviana Ruiz Astudillo^{3,a,d}, Flor de María Muñoz Gallego^{4,a,d}

Esta carta logra abordar de forma clara y sencilla, una opinión acerca de los efectos que tienen las células cardíacas en los vuelos espaciales, con datos de la NASA (Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio).

Introducción

Con estancias prolongadas a bordo de la Estación Espacial Internacional (ISS) que se están volviendo comunes, el encanto del espacio como laboratorio natural proviene de sus propiedades únicas que no pueden duplicarse perfectamente en la Tierra, existe la necesidad de comprender mejor los efectos de la microgravedad en la función cardíaca (1).

Aun no se tienen técnicas que proporcionen a un 100 % la simulación de microgravedad, sin dejar de lado que en la tierra se utilizan técnicas como biorreactores rotativos, máquinas de posicionamiento aleatorio y levitación magnética para simular los efectos que se han visto previamente en Estación Espacial Internacional (1).

Los cambios en las células cardíacas

Los astronautas serán los próximos pacientes de los cardiólogos; la razón es que debido al papel fundamental que cumple el corazón en el mantenimiento de las funciones sistémicas corporales adecuadas, se deben dilucidar los efectos de la microgravedad en la fisiología cardíaca, el metabolismo y la biología celular. Los astronautas en las misiones del transbordador espacial experimentaron una frecuencia cardíaca reducida y una presión arterial baja. El desacondicionamiento cardiovascular que se presenta en los vuelos espaciales incluye la disminución del volumen sanguíneo circulante, disminución de la presión arterial diastólica y disminución de la masa muscular del ventrículo izquierdo (2). Ver Figura 1.

En el estudio de la universidad de Stanford, de células cardíacas en el espacio, se utilizó la mitad de las células del músculo cardíaco de la unidad que se recolectaron, ubicándolas en una nave espacial SpaceX que viajaba a la Estación Espacial Internacional para una misión de reabastecimiento. Este estudio se desarrolló

-
- 1 Médico interno.
 - 2 Bacterióloga, Especialista en Educación, Magíster en Salud Pública, Doctora (c) en Antropología Médica.
 - 3 Médica General.
 - 4 Licenciada en Biología, Magíster en Biología, profesora Departamento de Ciencias Fisiológicas.
 - a Departamento de Medicina Interna, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Cauca (Colombia).
 - b Programa de Investigación Humana NASA- 2019-2020.
 - c Corporación del Laboratorio al Campo (Colombia).
 - d Grupo de Investigación en Salud (Colombia).
 - e Universidad Nacional de Colombia (Colombia).

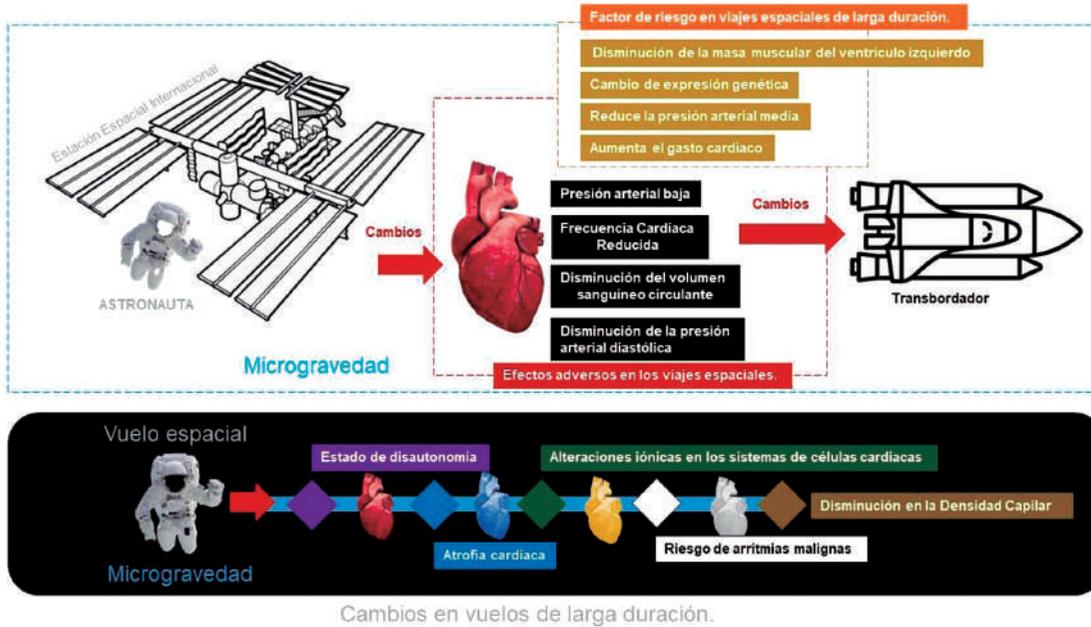


Figura 1. En la estación espacial el astronauta sufre cambios cardiovasculares que pueden revertirse en la tierra a su regreso, pero durante el vuelo espacial se denotan cambios significativos en la fisiología cardiovascular en la estación espacial y en transbordador, pero es claro que el riesgo de infarto y falla cardíaca puede aumentar al estar en cambios cardiovasculares en vuelo.

con el límite de tiempo del estudio de 5,5 semanas, utilizando cardiomiocitos derivados de células madre pluripotentes inducidas por humanos (Human induced pluripotent stem cell derived cardiomyocytes / hiPSC-CM), el cual se compararon con un control en el espacio y otro en la tierra; las células en órbita fueron devueltas al suelo y los científicos examinaron los efectos de la microgravedad en ellas (3).

El objetivo se basó en entender los genes que se cambiaron en las células durante el vuelo, y posvuelo. Todo con el fin de estudiar los efectos de la microgravedad en la función cardíaca a nivel celular y la expresión génica; a su vez se vio el cambio de expresión genética de aproximadamente 2.635 genes que se expresaron diferencialmente entre el vuelo espacial y el posvuelo, sin generar cambios o rutas que simulen las acciones

patológicas a nivel cardíaco al estar nuevamente en la tierra. Sin embargo, están incluidos los genes involucrados en el metabolismo mitocondrial que se vieron afectados en gran proporción (3).

Alrededor de 1.000 de estos genes seguían siendo diferentes después de 10 días en la Tierra, lo que equivale a aproximadamente del 4 al 5 % de todos los genes humanos conocidos. Pero la mayoría de los genes responsables de los cambios en las mitocondrias y el metabolismo de las células habían vuelto a la normalidad (3). Es de resaltar que la microscopía de contraste de fase no encontró cambios evidentes entre los controles en tierra y las muestras de vuelo, pero se observó un aumento en la desviación estándar de los intervalos de latido, en las células de la estación espacial, lo que indica irregularidad de latido. En este estudio no está

claro qué efectos podrían tener los cambios en los astronautas (3).

A nivel de resultados obtenidos se sugieren los parámetros relacionados con el manejo del calcio dentro y fuera de las mitocondrias, permanecen alteradas para las células madre pluripotentes inducidas por humanos en vuelo del espacio, hasta después del retorno a la gravedad normal (3).

Es claro que aun los cambios genéticos que permiten regular proteínas y cambios en el espacio, aún no tienen actividad en rutas patológicas que activen cáncer o daños en el corazón de forma irreversible, pero esto aún se encuentra en la espera de dilucidar hasta que se desarrollen más estudios de investigación (3).

Los gemelos de la NASA y el sistema cardiovascular

El estudio desarrollado en los gemelos de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), demostró que la exposición a largo plazo a la microgravedad reduce la presión arterial media y aumenta el gasto cardíaco, teniendo claro que luego de aproximadamente un año en la estación espacial, se ven los obstáculos más relevantes para una misión humana de larga duración, los cuales incluyen cinco peligros conocidos que pueden cambiar la fisiología cardiovascular por la exposición a la radiación, aislamiento, confinamiento, distancia de la Tierra, campos de gravedad alterados y entornos hostiles u cerrados (4).

Aunque se reconoce la existencia de estas alteraciones, aún no se tiene claro cuánto es el tiempo de exposición mínima que puede tolerar un astronauta en el espacio, sin comprometer o llegar a estados irreversibles de cambios o fenómenos patológicos a nivel cardiovascular y de envejecimiento celular. A nivel cardiovascular se desarrolla un estado de disautonomía, atrofia cardíaca, alteraciones iónicas en los sistemas de células

cardíacas y cambios en la conducción cardíaca, el cual incrementa el riesgo de arritmias malignas y disminución en la densidad capilar (5,6).

En una misión espacial que perdure más de 6 meses, el corazón se vuelve más pequeño y disminuye el volumen sanguíneo del 15 al 20 %; según algunos estudios, la disminución en el tamaño se debe a la atrofia muscular generada por la ausencia de gravedad y el cambio en el volumen sanguíneo que este maneja (7,8,9).

Es por todo lo anterior, una necesidad de la ciencia e investigadores ayudar a conocer más acerca de la medicina aeroespacial, enfocando esfuerzos en los cambios que sufren las células cardíacas, debido a que se puede sufrir de daños en viajes espaciales importantes.

Agradecimientos

Los autores estamos cordialmente agradecidos con la colaboración brindada por la Universidad del Cauca y el departamento de Medicina Interna, e igualmente por su gran motivación a los estudiantes para aprender y conocer acerca del universo, de la investigación y de la producción científica.

Referencias

1. Becker J.L. Souza G.R. Using space-based investigations to inform cancer research on Earth. *Nature Reviews Cancer*. 2013;13:315-327.
2. Sides M.B. The Bellagio report: cardiovascular risks of spaceflight: implications for the future of space travel. *Aviation, Space and Environmental Medicine*. 2005;76:877-895.
3. Wnorowski A, Sharma A, Chen H, Wu H, Shao N, Sayed N et al. Effects of Spaceflight on Human Induced Pluripotent. *Stem Cell-Derived Cardiomyocyte Structure and Function*. *Stem Cell Reports*. 2019;3(6):960-969.
4. Garrett-Bakelman; The NASA Twins Study: a multidimensional analysis of a year-long human spaceflight. *Science*. 2019;364.
5. Ade C, Broxterman R, Chavat J, Barstow T. Incidence Rate of Cardiovascular Disease End Points in the National Aeronautics and Space Administration Astronaut Corps. *Journal of American Heart Association*. 2017;6(8).

6. Abrosimova AN, Shafirkin AV, Fedorenko BS. Probability of lens opacity and mature cataracts due to irradiation at various LET values. *Aviakosmicheskaja i ekologicheskaja meditsina*. 2000; 34(3):33–41.
7. Carrillo R, Diaz Ponce J, Padrón San Juan L. *Medicina espacial*. [Internet]. 1ª edición. México: Academia Nacional de Medicina de México; 2016. [consultado 29 de marzo de 2017]. Disponible en: https://www.anmm.org.mx/publicaciones/CAnivANM150/Medicina_Espacial.pdf
8. Stenger MB, Stuart MC, Lee D. The Heart of the Matter: Avoiding Cardiovascular Dysfunction. (Internet). NASA. 2017 (consultado 7 de agosto de 2017). Disponible en: <https://www.nasa.gov/content/cardiovascular-health> March 31, 2015,
9. Carl JA. Incidence Rate of Cardiovascular Disease End Points in the National Aeronautics and Space Administration Astronaut Corps. *Journal of the American Heart Association* [Internet]. *AHA Journals*.org. 2017 [consultado 7 de Agosto de 2017]. Disponible en: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/JAHA.117.005564>

Recibido: marzo 3 de 2020

Aprobado: abril 4 de 2020

Correspondencia:

Jhan Sebastián Saavedra-Torres
Jhansaavedra@unicauca.edu.co