

Reanimación cardiopulmonar en microgravedad

Acad. Dr. Raúl Carrillo-Esper*

* Academia Nacional de Medicina. Academia Mexicana de Cirugía. Servicio de Terapia Intermedia. Torre Quirúrgica. Hospital General de México. Jefe de la Unidad de Terapia Intensiva, Hospital Star Médica Lomas Verdes.

Desde tiempos inmemoriales el hombre siempre se ha interesado en las estrellas y en la vastedad del universo. Han sido fuente de inspiración para religiones, música, literatura y han sido respuesta, en su orden inquebrantable, para muchos misterios e interrogantes. La ciencia se ha encargado de revelar los secretos del cosmos y en la actualidad el conocimiento que tenemos sobre su origen, evolución y composición ha permitido que no sólo lo admiremos y estudiemos sino que también podamos viajar fuera de la atmósfera terrestre e internarnos en su inmensidad. De esta manera en pocos años, y gracias a los avances científicos y tecnológicos, de los vuelos atmosféricos no tripulados, se logró rebasar el límite de la misma, viajar a la luna, tener permanentemente una estación espacial habitada a 500 kilómetros de la superficie terrestre y estar preparando la colonización de la luna y el esperado viaje a Marte.

Los viajes espaciales dentro de su complejidad incluyen la infraestructura y desarrollo científico para poder mantener sanos y funcionales a los seres humanos que los llevan a cabo, en el entendido de que al estar fuera de la capa protectora de la atmósfera, al efecto de la gravedad y habitando en un medio artificial dentro de la cabina de las naves, sometidos a la radiación solar y cósmica, suceden complejos cambios fisiológicos que condicionan que los hacen más susceptibles a enfermarse y poner en peligro su integridad psicológica y funcional.

La medicina espacial, una rama de la medicina relativamente joven, cuyo inicio fue en los años 50 del siglo pasado, ha logrado grandes avances, que se reflejan en que el ser humano ha logrado permanencias largas en el espacio, pisar la luna y regresar sano y salvo a la superficie terrestre.



Figura 1.

Maniobra de Evetts-Russo-mano, en donde se observa la técnica para la compresión torácica y la ventilación. Nótese que la víctima tiene que sujetarse por dos colaboradores.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/rma>

Los cambios fisiológicos que suceden en un ambiente de microgravedad son complejos. La ausencia de gravedad condiciona una serie de adaptaciones complejas de la fisiología cardiovascular caracterizada por la redistribución de líquidos al territorio cefálico y disminución en extremidades inferiores



Figura 2. Maniobra de posición horizontal. Nótese la necesidad de mantener a la víctima y reanimador sujetos para evitar la reacción contra la energía de la compresión.



Figura 3. Maniobra de abrazo de oso invertida con dispositivo mecánico de asistencia. Nótese que el reanimador debe estar fijo al piso para anular la contrarreacción condicionada por la microgravedad.

(aspecto en pierna de pollo), sobrecarga en la función cardíaca, incremento en la presión diastólica, reducción del volumen diastólico y del volumen latido, reducción de la masa ventricular izquierda, disautonomía e hipotensión ortostática, incremento en la distensibilidad de las venas, alteraciones en los flujos electrolíticos y eléctricos en las células cardíacas que condicionan cambios en la repolarización y alargamiento del QT, entre otros. Por lo anterior, y a pesar de ser sujetos sanos,



Figura 4. Maniobra de posición vertical o «parado de manos» (handstand).



Figura 5. Dispositivo mecánico sin reanimador siendo probado en un vuelo de cero gravedad.

los astronautas son más susceptibles a presentar problemas cardiovasculares y aunque es remoto, arritmias letales y aun un paro cardíaco⁽¹⁾.

La reanimación cardiopulmonar en un ambiente de microgravedad impone retos y una gran complejidad técnica y organizacional. Dentro de la cabina de la nave el espacio es reducido, el personal y los recursos escasos y la ausencia de gravedad dificulta las compresiones torácicas, sin olvidar que el manejo de la vía aérea y la ministración de los medicamentos también están sujetos a importantes dificultades técnicas. Por ejemplo, en la ministración de adrenalina y otros medicamentos, se tendría que evitar el burbujeo, aun muy pequeñas burbujas se expanden en el ambiente de microgravedad y tomar en cuenta que la venopunción y canalización venosa tienen dificultades y la ministración por vía intratraqueal está condicionada a que se tenga una vía aérea permeable. Debe considerarse que en muchas misiones espaciales no se incluyen médicos, por lo que los astronautas reciben un entrenamiento básico de 40 a 70 horas relacionado con los principales problemas de salud a los que se pueden enfrentar, dentro de los que se incluye la reanimación cardiopulmonar. Para facilitar las maniobras en el escenario ya comentado se han introducido algunos dispositivos que pudiesen hacer más fácil las diferentes maniobras con el objetivo de cumplir con las recomendaciones emitidas para reanimación en gravedad terrestre, lo que no siempre se logra. Para hacer más complejo el problema no sólo están las limitaciones técnicas de la reanimación *per se*, sino los cuidados postparo. Por lo anterior, la reanimación cardiopulmonar en el espacio no es algo tan sencillo como pensamos y dista mucho de lo que se puede ver en las películas de ciencia ficción⁽²⁾.

Desde hace varios años y por su importancia se ha estudiado este tema y se han desarrollado diferentes técnicas y maniobras, en ambientes simulados de microgravedad o gravedad cero como son el dispositivo de suspensión corporal o los vuelos parabólicos. En el desarrollo de éstas se combinaron diferentes variables de las que destacaron la fijación de la víctima y del reanimador, la técnica de las compresiones, la ventilación y la interacción con el resto del equipo. Es importante mencionar que en microgravedad y en contra de lo que se pensaría el reanimador se cansa más rápido, incrementa de manera significativa el consumo de oxígeno y tiende a doblar más los codos, lo que resulta en que la fuerza, profundidad y frecuencia de las compresiones torácicas no cumplan con las recomendaciones vigentes^(3,4).

Las maniobras descritas a la fecha para reanimación cardiopulmonar deben de combinar la adaptación de las terrestres, a las condiciones de fuerza, coordinación, capacidad aeróbica, entrenamiento y espacio físico en microgravedad. De éstas destacan las siguientes:

- 1) Evetts-Russomano.
- 2) Posición vertical (técnica parado de manos o *handstand technique*).
- 3) Posición horizontal.
- 4) Heimlich-modificada, también conocida como «abrazo del oso invertida».
- 5) Dispositivo mecánico sin reanimador.

Un estudio reciente publicado por Braunecker y colaboradores mostró que las maniobras vertical o parado de manos y la de Evetts-Russomano son las más efectivas para mantener una adecuada compresión torácica, de acuerdo con las recomendaciones de la *American Heart Association*⁽⁵⁾.

REFERENCIAS

1. Carrillo ER, Díaz-Ponce MJA, Peña PC, Flores RI, Ortiz TA, Cortés AO, et al. Efectos fisiológicos en un ambiente de microgravedad. *Rev Fac Med UNAM*. 2015;58:14-24.
2. Hurst VW, Whittam SW, Austin PN, Branson RD, Beck G. Cardiopulmonary resuscitation during space flight: examining the role of timing devices. *Aviat Space Environ Med*. 2011;82:810-813.
3. Rehnberg L, Ashcroft A, Baers JH, Campos F, Cardoso RB, Velho R, et al. Three methods of manual external chest compressions during microgravity simulation. *Aviat Space Environ Med*. 2014;85:687-693.
4. Dalmarco G, Calder A, Falcao F, de Azevedo DF, Sarkar S, Evetts S, et al. Evaluation of external cardiac massage performance during hypogravity simulation. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2006;40:55-61.
5. Braunecker S, Douglas B, Hinkelbein J. Comparison of different techniques for in microgravity - a simple mathematic estimation of cardiopulmonary resuscitation quality for space environment. *Am J Emerg Med*. 2015;33:920-924.