

Ejercicio espacial como contramedida para prevenir el desacondicionamiento físico en adultos mayores y pacientes inmovilizados

Spaceflight Exercise as a Countermeasure to Prevent Physical Deconditioning in Older Adults and Immobilized Patients

Daniela Alejandra Araujo-Pérez,¹ Tania López-Orozco,¹ Jesua Sánchez-López,¹ Karen Fernanda Tellez-Carrera.^{1*}

Introducción

El siguiente trabajo presenta los resultados de la discusión del *Journal Club* de la asignatura optativa de Medicina y Fisiología Aeroespacial de la Facultad de Medicina, realizado el 5 de mayo de 2025, con la participación de quince estudiantes de pregrado de segundo, tercero y cuarto año de la licenciatura de Médico Cirujano de la Universidad Nacional Autónoma de México. La sesión estuvo guiada por el médico y maestro en administración Alejandro Hernández Chávez y el médico y doctor en ciencias Ricardo Martínez Tapia. El artículo que se presentó y discutió fue “*Effects of Exercise Countermeasures on Multisystem Function in Long Duration Spaceflight Astronauts*”, publicado en el año 2023.¹

Sugerencia de citación: Araujo-Pérez DA, López-Orozco T, Sánchez-López J, Tellez-Carrera KF. Ejercicio espacial como contramedida para prevenir el desacondicionamiento físico en adultos mayores y pacientes inmovilizados. *Aten Fam.* 2026;33(3): 190-192. <http://dx.doi.org/10.22201/fm.14058871p.2026.3.96076>

Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

¹Estudiantes de pregrado de la carrera de Médico Cirujano de la Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.

*Correspondencia:
Karen Fernanda Tellez-Carrera
kftc.2404@gmail.com

La microgravedad a la que están expuestos los seres humanos en viajes espaciales de larga duración genera un estado de desacondicionamiento físico debido a la inactividad de los músculos, favorecido por respuestas fisiológicas cardiovasculares y musculoesqueléticas, principalmente en los músculos antigravitatorios.¹ Estas modificaciones a nivel tisular son causadas por la atrofia cardíaca, que modifica y remodela al ventrículo, haciéndolo más rígido, menos elástico y con un menor volumen sistólico, lo cual condiciona la presencia de intolerancia ortostática y una capacidad aeróbica reducida. Por otra parte, el aumento en la resorción ósea y la disminución de tejido muscular ocurren debido a la falta de carga mecánica y a un menor flujo sanguíneo hacia las extremidades inferiores.² De igual manera, el sistema inmunitario puede presentar alteraciones asociadas con diversos factores, entre ellos la nutrición. La evidencia actual indica que, después de vuelos espaciales prolongados, los astronautas pueden experimentar pérdida de masa corporal o muscular, así como aumento del estrés fisiológico.^{1,3}

Ante estas adaptaciones del cuerpo en un ambiente extremo, se han empleado contramedidas basadas en ejercicios aeróbicos y de resistencia mediante equipos como la caminadora de segunda generación (T2), el cicloergómetro con sistema de aislamiento de vibraciones (CEVIS) y el dispositivo avanzado de ejercicio resistido (ARED).⁴

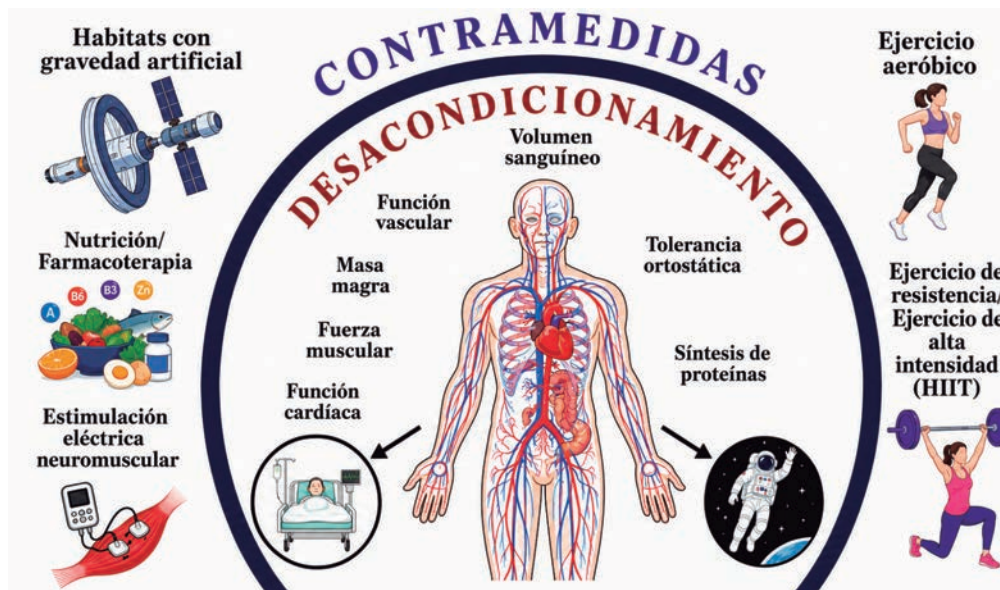
Desarrollo

Se han realizado estudios análogos de microgravedad en la Tierra que son útiles para comprender el desacondicionamiento físico. Entre ellos se encuentra el reposo en cama con inclinación cefálica negativa, el cual simula la redistribución de líquidos corporales a la que se exponen los astronautas durante los vuelos espaciales. Asimismo, la implementación de ejercicio aeróbico y de resistencia permite evaluar distintas contramedidas y sus posibles beneficios sobre el cuerpo humano.⁵

Entrenamientos antes del vuelo (preparación física antes del lanzamiento), durante el vuelo (rutinas de ejercicio utilizando

Resumen gráfico

Figura 1.



equipo específico) y después del vuelo (rehabilitación y readaptación física tras el regreso a tierra) facilitan las condiciones fisiológicas y garantizan un mejor desempeño físico durante las misiones espaciales.¹

Las contramedidas empleadas en astronautas también han sido consideradas para la población geriátrica debido a ciertos paralelismos fisiológicos entre la exposición a microgravedad y el envejecimiento. Entre estos se encuentran el aumento de la rigidez arterial, la disminución del volumen y del flujo sanguíneo, así como los cambios musculares asociados con la atrofia de miofibrillas. Se ha señalado, por ejemplo, que seis meses de exposición a microgravedad pueden asociarse con cambios comparables a 10 o 20 años de envejecimiento arterial.

En el sistema musculoesquelético el ejercicio constituye una contramedida relevante, aunque su efecto puede ser parcial. La microgravedad produce cambios tisulares, como la transición de fibras tipo IIa a IIb en astronautas, mientras que en la población geriátrica puede observarse exacerbación de la atrofia miofibrilar. Además, la falta de carga mecánica reduce la activación de vías anabólicas, favorece la degradación de proteínas y limita la capacidad de generar fuerza.⁵

Desde esta perspectiva, los estudios sobre viajes espaciales tienen valor traslacional para la atención geriátrica. Sus hallazgos pueden orientar estrategias como la movilización temprana, la terapia nutricional combinada con ejercicios de resistencia y el entrenamiento cognitivo computarizado en pacientes geriátricos.⁴

Conclusión

En la población geriátrica, la aplicación directa de las contramedidas de ejercicio utilizadas en astronautas puede verse limitada por las condiciones físicas y funcionales de cada paciente. No obstante, las contramedidas de nueva generación integran ejercicio, soporte nutricional y otras estrategias dirigidas a atenuar el deterioro multisistémico. Su posible aplicación clínica requiere individualizar el tipo de ejercicio, la intensidad y la progresión del entrenamiento, así como considerar intervenciones complementarias para reducir la atrofia muscular, entre ellas la estimulación eléctrica neuromuscular, la farmacoterapia dirigida, el uso de gravedad artificial y el monitoreo molecular.³

La falta de control nutricional en algunos estudios de vuelos espaciales de larga duración representa una limitación para determinar con precisión el efecto

real del ejercicio aeróbico y de resistencia sobre la función multisistémica. En pacientes geriátricos o inmovilizados, el control nutricional puede ser más factible en contextos clínicos; sin embargo, la valoración objetiva de la actividad física sigue siendo un desafío metodológico que debe considerarse al interpretar los resultados.

Referencias

1. Scott JM, Feiveson AH, English KL, Spector ER, Sibonga JD, Lichar Dillon E, et al. Effects of exercise countermeasures on multisystem function in long duration spaceflight astronauts. *NPJ Microgravity*. 2023;9:11.
2. Hargens AR, Bhattacharya R, Schneider SM. Space physiology VI: Exercise, artificial gravity, and countermeasure development for prolonged space flight. *Eur J Appl Physiol*. 2013;113(9):2183–2192.
3. DeVirgiliis L, Goode NJ, McDowell KW, English KL, Novo R, Botros V, et al. Spaceflight and sport science: Physiological monitoring and countermeasures for the astronaut-athlete on Mars exploration missions. *Exp Physiol*. 2025;1–11.
4. Goswami N. Falls and fall-prevention in older persons: Geriatrics meets spaceflight! *Front Physiol*. 2017;8:603.
5. Hedge ET, Patterson CA, Mastrandrea CJ, Sonjak V, Hajj-Boutros G, Faust A, et al. Implementation of exercise countermeasures during spaceflight and microgravity analogue studies: Developing countermeasure protocols for bedrest in older adults (BROA). *Front Physiol*. 2022;13:928313.