

DEL LEUCOCITO A LA LUNA



ZYANYA Y. JUÁREZ BARQUÍN

INTRODUCCIÓN

La exposición de los astronautas a la aceleración / desaceleración, la radiación cósmica y la microgravedad, provocan estresores que contribuyen a la desregulación del sistema inmunes durante el vuelo y que pueden llegar a persistir hasta 6 meses después del aterrizaje en la Tierra. Estos cambios incluyen leucocitosis; reactivación de virus latentes, como Varicela Zóster, Epstein-Barr y Citomegalovirus; y propensión a infecciones tanto durante el vuelo como a los pocos días del aterrizaje. Todo esto podría ser un biomarcador de un sistema inmune comprometido.

MONOCITO:

Alteraciones en la degranulación y capacidad oxidativa que inicia entre los primeros 5-11 días de vuelo, además de disminución en la expresión de marcadores como CD32 y CD64 (receptores para la fagocitosis), HLA-DR (para la presentación del antígeno) y CD62L (selectina). Aunado a esto, se han demostrado alteraciones en el citoesqueleto, lo cual disminuye la motilidad celular. Además, la microgravedad inhibe significativamente la maduración de los macrófagos e impide la polarización M1 / 2 por medio de alteraciones en las vías de RAS, ERK y NFκB.

Objetivo: Conocer los cambios que se producen en algunas células del sistema inmune durante su exposición a las adversidades del espacio exterior.

LINFOCITO NK:

Estas células disminuyen su actividad tanto en viajes cortos como largos y esto persiste hasta 1 semana después del aterrizaje. Además de disminuir en número, se deterioran la capacidad de unión a células diana y su citotoxicidad, ya que disminuye la producción de granzima B y perforinas.

NEUTRÓFILO:

Incrementan hasta en un 100% durante un viaje espacial, pero su capacidad de internalizar y destruir microorganismos se ve disminuida en un 60%, teniendo alteraciones tanto a nivel de citoesqueleto como en la capacidad oxidativa; esto persiste hasta 3 días posteriores al aterrizaje.

LINFOCITO B:

Los factores de transcripción Ikaros y NF-κB sufren modificaciones al ser sometidos a cambios de gravedad, lo cual genera errores en el ensamblaje de la cadena pesada, causando un bloqueo en los estadios pro y pre-B. Esto se manifiesta como una disminución en la cuenta de linfocitos B maduros.

LINFOCITO T:

- Disminuyen el número de células y la expresión de su receptor para IL-2.
- La ausencia de gravedad bloquea las vías esenciales para la activación de LTs, reprimiendo factores de transcripción como NF-κB, CREB, ELK, AP1 & STAT1.
- Tanto los CD4+ como los CD8+ se ven afectados, respondiendo de manera ineffectiva a estímulos que normalmente desencadenarían una respuesta; la hipersensibilidad retardada también ha mostrado ineffectividad en su activación durante la experimentación en condiciones de microgravedad.
- Hay predominio de perfil Th2 sobre Th1.

CITOCINAS:

Todos los leucocitos presentan alteraciones en la producción de citocinas, con disminución de IFN-γ, TNF-α, IL-1, IL-2, IL-4, IL-5, IL-6, IL-10 & IL-12 & IL-17a, mientras que la expresión de IL-8 (quimiotáctica de neutrófilos) se encuentra aumentada.

CONCLUSIÓN:

Podemos relacionar los cambios de las células del sistema inmune en condiciones de microgravedad y las enfermedades asociadas a los astronautas; por ejemplo, ahora sabemos que la leucocitosis es a expensas de neutrófilos y que la reactivación de virus latentes se ve relacionada con la disminución en la citotoxicidad y el número de linfocitos, esto último estando ligado a su vez con las alteraciones en las vías de activación y en la presentación de antígenos, por disminución de la fagocitosis y la capacidad oxidativa, lo cual también podría explicar el aumento en el riesgo de infecciones.

El sistema inmune es un sensor de los cambios ambientales que afectan al organismo, por lo tanto, debemos comprenderlo tanto en el espacio como en la Tierra, especialmente ahora, pues vivimos en una época en la que la evolución de la tecnología espacial nos propone nuevas adversidades y si queremos que las próximas misiones tengan éxito, como la expedición humana a Marte que planea la NASA para 2030, debemos anticiparnos a los cambios y riesgos que podrían sufrir los astronautas a largo plazo, para así poder prevenirlos.



1. Choukér A. Stress Challenges and Immunity in Space. 2nd ed. Springer; 2020.

2. Crucian B, Stowe R, Mehta S, Quintarte H, Pierson D, Sams C. Alterations in adaptive immunity persist during long-duration spaceflight. *npj Microgravity*. 2015.

3. Smith J. IL-6 and the dysregulation of immune, bone, muscle, and metabolic homeostasis during spaceflight. *npj Microgravity*. 2018.

4. Fripiat J, Crucian B, de Quervain D, Grimm D, Montano N, Praun S et al. Towards human exploration of space: The THESEUS review series on immunology research priorities. *npj Microgravity*. 2016.

5. Shi L, Tian H, Wang P, Li L, Zhang Z, Zhong J et al. Spaceflight and simulated microgravity suppresses macrophage development via altered RAS/ERK/NFκB and metabolic pathways. *Cellular & Molecular Immunology*. 2020.

6. Sundaresan A, Mann V, Mehta S, Crucian B, Doursout M, Devakottai S. Effects of microgravity and other space stressors in immunosuppression and viral reactivation with potential nervous system involvement. *Neurology India*. 2019.