Science Immunology: El secreto de los tejidos que más trabajan: una buena limpieza

04/09/2026

Un estudio publicado en Science Immunology revela cómo los tejidos adaptan su capacidad de limpieza a su actividad metabólica.

El músculo del corazón (que bombea la sangre), el músculo esquelético (que permite el movimiento y mantiene la postura) y la grasa parda (que genera calor) tienen una gran demanda energética y producen muchos residuos. Y esos residuos tienen que eliminarse.

Ahora, un estudio liderado por investigadores españoles en el Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares Carlos III (CNIC), la Universidad Pompeu Fabra (UPF), la Universidad de California en San Francisco (UCSF) y la Universidad de Yale ha descubierto cómo los tejidos adaptan su capacidad de limpieza a la cantidad de residuos que generan.

En esta investigación, publicada en *Science Immunology*, los investigadores observaron que los tejidos con mayores demandas energéticas albergan grandes equipos de limpieza formados por células del sistema inmunitario llamadas macrófagos y que el tamaño de estos equipos aumenta en función de la actividad metabólica de cada tejido y de la cantidad de residuos que produce.

Gran parte de esos residuos está formada por mitocondrias dañadas, los orgánulos que actúan como las “centrales energéticas” de las células, transformando los nutrientes en formas de energía que las células pueden aprovechar. “A medida que las mitocondrias se deterioran mientras mantienen a las células en funcionamiento, son desechadas. Cuanto mayor es la demanda energética de un tejido, más mitocondrias acaban en la basura”, asegura Andrés Hidalgo, coautor principal del estudio.

Los científicos siguieron el destino de las mitocondrias en el músculo cardíaco, el músculo esquelético y la grasa parda de ratones, y observaron que las mitocondrias desgastadas acababan en el interior de los macrófagos.

Cuando el equipo impidió que los macrófagos eliminaran estos residuos, el sistema dejó de funcionar correctamente: el corazón perdió capacidad de bombeo, el músculo esquelético se debilitó y la grasa parda perdió capacidad para generar calor. En otras palabras, explica Pura Muñoz-Cánoves, catedrática del Departamento de Medicina y Ciencias de la Vida de la UPF e investigadora de Altos Labs, también coautora principal del estudio, “los tejidos necesitan mantenerse limpios para funcionar a pleno rendimiento”.

Los investigadores rastrearon el inicio de este proceso de limpieza hasta unas células estructurales llamadas fibroblastos, cuyo número aumentaba en paralelo con la actividad mitocondrial del tejido. Los fibroblastos producían entonces una señal que hacía que los macrófagos también se multiplicaran. De esta forma, los tejidos pueden ajustar el tamaño de sus equipos de limpieza a la cantidad de residuos que generan.

Al analizar datos de músculos humanos, observaron que el número de macrófagos aumentaba en paralelo con la actividad mitocondrial del músculo, utilizada como un indicador de su nivel de actividad.

“Este equilibrio entre las altas demandas energéticas de los tejidos y el número de macrófagos parece ser fundamental para nuestra salud”, afirma José Ángel Nicolás-Ávila, del Instituto de Investigación Cardiovascular de UCSF y autor senior del estudio.

“El metabolismo de los tejidos, la acumulación de residuos y el número de macrófagos cambian con el envejecimiento. Nuestros hallazgos revelan las señales que conectan estos procesos y abren la posibilidad de que actuar sobre este sistema pueda ayudar a preservar la función de nuestros tejidos a medida que envejecemos”, asegura Laura Pena-Couso, primera autora.

Según los autores, este hallazgo sugiere que el mismo sistema de gestión de residuos descubierto en ratones podría adaptarse también a las demandas metabólicas de los músculos humanos.

El estudio recibió financiación de Fundación “la Caixa”; la Transatlantic Network of Excellence de la

Leducq Foundation; FET-OPEN de la Comisión Europea; el Consejo Europeo de Investigación (ERC); del programa María de Maeztu para Unidades de Excelencia de la UPF; del Cardiovascular Research Institute (CVRI) de la University of California San Francisco (UCSF); del programa de la Dean's Office de UCSF; del Pilot Feasibility Award de UCSF-NORC, y del Sandler Program for Breakthrough Biomedical Research (PBBR), parcialmente financiado por Sandler Foundation.

- *Pena-Couso L, Sicilia J, Vieto S, Silva-Rojas R, Sánchez-Díaz M, Calvo E, et al. Tissue mitochondrial activity dictates the macrophage pool size. Sci Immunol. 2026. doi:10.1126/sciimmunol.aeb9244.*

URL de origen:https://www.cnic.es/es/noticias/science-immunology-secreto-tejidos-que-mas-trabajan-buena-limpieza