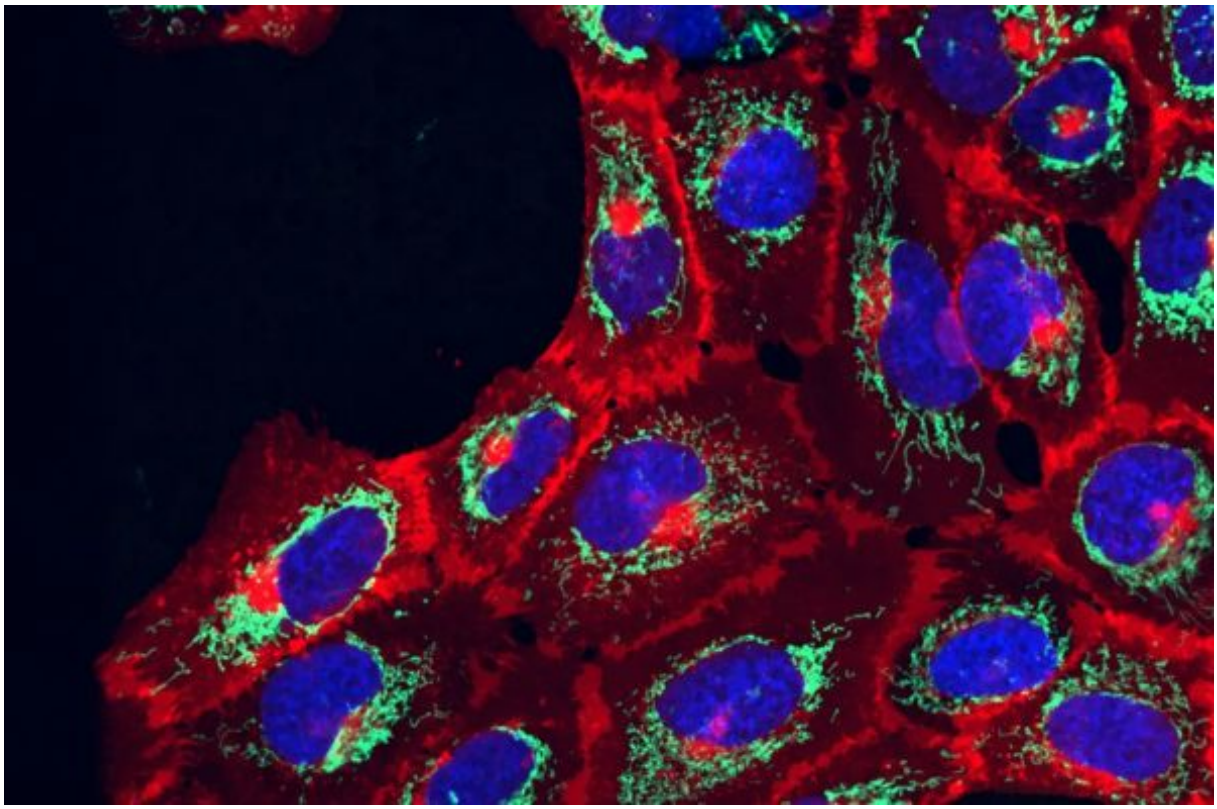

Los desafios de estudiar las propiedades mecanicas de las celulas

En un articulo de perspectiva publicado en Nature Nanotechnology, un equipo internacional de investigadores destaca los principales desafios a los que se enfrenta actualmente el campo de la mecanobiologia. Abordar estos obstaculos podria mejorar el analisis, la monitorizacion y la prediccion de los procesos mecanobiologicos, lo que en ultima instancia mejoraria ciertas aplicaciones biotecnologicas y medicas.

June 11, 2026

Forma, volumen, presion, tension, rigidez, fuerza, viscoelasticidad, adhesion, flujo... Todas estas propiedades mecanicas afectan directamente a nuestros tejidos, celulas y componentes celulares. Las celulas, por ejemplo, pueden sentir la rigidez de la superficie subyacente, como se estira o se comprime su membrana, o que presion ejercen sobre ellas otras estructuras. A continuacion, convierten estas fuerzas fisicas y propiedades mecanicas en senales bioquimicas, lo que desencadena diferentes efectos y comportamientos, como puede ser la deformacion o reubicacion de la celula.

Actualmente, la mecanobiologia -el campo que estudia como los componentes biologicos detectan, interpretan y convierten las caracteristicas mecanicas en senales bioquimicas- enfrenta varios desafios. En primer lugar, medir las propiedades mecanicas desde el nivel molecular hasta el celular requiere una alta precision tanto en el espacio como en el tiempo, abarcando desde la escala subnanometrica hasta la centimetrica y desde microsegundos hasta dias; una versatilidad que las herramientas actuales aun no han logrado alcanzar. En segundo lugar, tambien se carece de herramientas para manipular y aplicar estos estimulos mecanicos con una instensidad, en una ubicacion y momento, y a una velocidad bien definidas, asi como de sistemas de referencia para calibrarlos con precision. Por ultimo, es esencial comprender como los diferentes parametros mecanicos se afectan entre si y como interactuan con otros parametros biologicos y fisiologicos para construir marcos teoricos precisos. Los modelos actuales, en cambio, tienden a simplificar en exceso y suelen generar discrepancias al interpretar los resultados.

Todos estos desafios han sido presentados de manera exhaustiva en un articulo de perspectiva en Nature Nanotechnology, codirigido por el **profesor Michael Krieg del ICFO**. El articulo combina los esfuerzos de varios expertos en mecanobiologia de instituciones de todo el mundo, entre ellas el ETH Zurich, la Universidad de California, el Instituto de Bioingenieria de Cataluna (IBEC), el Instituto de Biologia Humana (IHB), el Instituto Friedrich Miescher de Investigacion Biomedica (FMI), el Instituto Max Planck de Fisica de Sistemas Complejos, el Centro de Biologia de Sistemas de Dresde, la Universidad PSL, el Instituto Suizo de Bioinformatica, la Escuela Politecnica Federal de Lausana (EPFL), la Universidad de Basilea y la Universidad de Glasgow.

En conjunto, el equipo ha identificado los aspectos clave que deben abordarse sistematicamente para comprender en profundidad los atributos mecanicos de las muestras biologicas. i¿½Creemos que nuestras reflexiones pueden orientar la futura investigacion n mecanobiologia, ayudandonos a descifrar como los sistemas celulares complejos detecta , responden y aplican senales mecanicasi¿½, afirma el Prof. Michael Krieg del ICFO, uno de los primeros coautores del articulo. i¿½Para ello, es clave pasar de un enfoque de reduccion sta a uno de holisticoi¿½, subraya. Segun los autores, abordar con exito los desafios pre entados podria, a su vez, mejorar significativamente diversas aplicaciones biotecnologicas y

Referencia:
Kashuba et al. Advancing mechanobiology from single molecules to complex cellular systems. Nature Nanotechnology, 2026.
DOI: https://doi.org/10.1038/s41565-026-02179-0

Agradecimientos:
We acknowledge funding from the Swiss National Science Foundation (SNFS, grant numbers

31003A_182587/1 to D.J.M.,315230_219990 to D.I. and P500PB_225505 to K.C.K.), the SNFS as part of the NCCR Molecular Systems Engineering (grant number 51NF40-205608) and the Marie Sklodowska Curie Actions (grant number 101206469). M.K. acknowledges MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER i¿½A way to make Europei ?½ (PID2024-157334OB-I00), i¿½Severo Ochoai¿½ programme for Centres of Excellence in R\&D (CEX2019-000910-S), from Fundacio Privada Cellex, Fundacio Mir-Puig and from Gen ralitat de Catalunya through the CERCA and Research programme.