eLife: Un mapa virtual muestra cómo se forma el corazón de los mamíferos

21/07/2026

El estudio muestra que el corazón, en sus primeras etapas, se forma a partir de patrones de deformación tisular distintos, pero estrechamente coordinados

Investigadores del Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares Carlos III (CNIC) han desarrollado un nuevo método computacional para estudiar cómo se forma el corazón de los mamíferos durante las primeras etapas del desarrollo embrionario.

El estudio, publicado en **eLife**, combina la microscopía en directo de modelos experimentales con técnicas avanzadas de análisis de imágenes y aprendizaje automático. Este enfoque permitió a los investigadores reconstruir los movimientos y los cambios de forma que transforman el tejido cardíaco inicial en el tubo cardíaco primitivo.

El corazón es el primer órgano que se forma y que empieza a funcionar en los mamíferos. Durante su desarrollo, un grupo plano de células precursoras, conocido como primordio cardíaco, se desplaza y cambia de forma hasta formar un tubo tridimensional capaz de empezar a bombear sangre.

Comprender este proceso podría ayudar a explicar cómo se desarrolla normalmente el corazón y cómo las alteraciones pueden dar lugar a cardiopatías congénitas. Sin embargo, su estudio resulta complicado porque el tejido cambia rápidamente de forma, al mismo tiempo que el corazón embrionario comienza a latir.

“La microscopía en directo nos permite observar el desarrollo del corazón, pero convertir estas imágenes complejas en información cuantitativa ha supuesto un gran reto. Nuestro mapa virtual permite ahora seguir cómo cada región del tejido cardíaco inicial contribuye al tubo cardíaco primitivo”, explica **Morena Raiola,** primera autora del estudio e investigadora en el CNIC.

El mapa virtual de destino permite seguir la trayectoria de cualquier punto del primordio cardíaco inicial y predecir dónde se ubicará en el tubo cardíaco primitivo

Los investigadores desarrollaron un método computacional que permite seguir el movimiento de los tejidos directamente a partir de imágenes de microscopía con lapso de tiempo. Validaron el método comparando sus resultados con los movimientos de células individuales cuyo seguimiento se había realizado experimentalmente.

A continuación, el equipo utilizó el aprendizaje automático para alinear los datos de diferentes embriones y combinarlos en un único modelo de desarrollo cardíaco. Este modelo muestra dónde y cuándo el tejido se estira, crece o cambia su dirección de movimiento a medida que la primordia cardíaca se convierte en el tubo cardíaco lineal.

Un mapa virtual del desarrollo del corazón

Uno de los principales resultados del estudio es un mapa virtual de destino que permite seguir la trayectoria de cualquier punto del primordio cardíaco inicial y predecir dónde se ubicará en el tubo cardíaco primitivo.

Este mapa relaciona la posición inicial de una célula o una región de tejido con la parte del tubo cardíaco a la que contribuirá posteriormente. Por lo tanto, ofrece una nueva forma de explorar cómo se organizan las diferentes regiones del corazón embrionario a lo largo del tiempo.

El análisis reveló que las células vecinas suelen moverse juntas de forma coordinada. Sin embargo, no todas las partes del tejido se deforman de la misma manera. Por el contrario, el primordio cardíaco se divide en regiones diferenciadas, cada una con su propio patrón de movimiento y crecimiento. Estos patrones, diferentes pero coordinados, transforman el primordio cardíaco, inicialmente bilateral, en un tubo cardíaco tridimensional de orientación longitudinal.

El estudio también aporta nueva información sobre la formación de la cámara ventricular primitiva. En la región que se convertirá en la curva externa del tubo cardíaco, el tejido se expande adoptando una forma similar a la de medio barril. Esta expansión está limitada en ambos extremos por dos regiones con forma de cinturón: una en el polo arterial y otra en el polo venoso. Estas regiones guían el crecimiento del tejido y contribuyen a dar al ventrículo en desarrollo su forma característica.

El nuevo método podría utilizarse para estudiar otros órganos y tejidos que experimentan cambios tridimensionales complejos durante el desarrollo embrionario

“El principal avance es que ahora podemos describir la formación del tubo cardíaco de forma cuantitativa y demostrar que el corazón primitivo se forma a partir de distintas regiones de tejido que siguen patrones de deformación específicos, pero coordinados con precisión”, señala Miguel Torres, jefe del Grupo de Control Genético del Desarrollo y Regeneración de Órganos del CNIC y autor principal del estudio.

Un método para estudiar otros órganos

El nuevo método computacional también podría utilizarse para estudiar otros órganos y tejidos que experimentan cambios tridimensionales complejos durante el desarrollo embrionario.

Esta investigación fundamental aporta conocimientos esenciales sobre cómo se forma el corazón de forma normal, sentando las bases para futuros estudios sobre cómo las alteraciones en este proceso pueden contribuir a la aparición de cardiopatías congénitas.

Los resultados también ofrecen un nuevo marco para comprender los mecanismos físicos y celulares que dan forma al corazón embrionario. A largo plazo, estos conocimientos podrían servir de base para la investigación sobre las cardiopatías congénitas y las estrategias de ingeniería tisular.

Los editores de eLife describen el estudio como un avance importante para comprender la deformación y el crecimiento de los tejidos durante las primeras etapas del desarrollo del corazón de los mamíferos. También destacan la originalidad del método computacional y su capacidad para extraer nueva información biológica a partir de datos de microscopía en vivo.

El estudio ha recibido financiación del programa Marie Skłodowska-Curie de Horizonte 2020 de la Unión Europea (H2020-MSCA-ITN-2016-722427); la Agencia Estatal de Investigación, a través de los proyectos PGC2018-096486-B-I00 y PID2022-140058NB-C31; la Comunidad de Madrid, a través de CARDIOBOOST-CM (P2022/BMD-7245); y el Consejo Europeo de Investigación, a través de la subvención avanzada REACTIVA (101142005).

La investigación también contó con el apoyo de la Unidad de Microscopía e Imagen Dinámica del CNIC, financiada por los Fondos Europeos FEDER “Una manera de hacer Europa” y que forma parte de la infraestructura TRIMA@CNIC de ReDIB ICTS, cofinanciada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

- Morena Raiola, Miquel Sendra Sendra, Jorge N Domínguez, Miguel Torres (2026) Quantitative computerized analysis demonstrates strongly compartmentalized tissue deformation patterns underlying mammalian heart tube formation eLife 14:RP108559. https://doi.org/10.7554/eLife.108559.3

URL de origen:https://www.cnic.es/es/noticias/elife-un-mapa-virtual-muestra-como-se-forma-corazon-mamiferos