

Organoides: miniórganos que guían las decisiones terapéuticas

Permiten estudiar enfermedades y anticipar la respuesta a fármacos. En el futuro servirán para generar avatares enfermos de pacientes concretos, lo que optimizará su terapia.

Díaz Oviedo

Actualizado Sáb, 16/05/2026 - 08:00

En el 3D está la clave. Los organoides son **estructuras tridimensionales** de tamaño micrométrico **cultivadas en el laboratorio** que se obtienen a partir de células madre o progenitoras humanas. Su tridimensionalidad les confiere una elevada complejidad celular y estructural. "Ningún otro cultivo celular *in vitro* es capaz de reproducir esa tercera dimensión, que es como las células se relacionan en el cuerpo humano", explica **Sandra Acosta**, responsable del **Grupo de Investigación en Modelos de Enfermedades Neurológicas del Barcelona Beta Brain Research Center**, profesora de la Universidad de Barcelona (UB) y socia fundadora de la *spin-off* OrganAID.

Aunque no son órganos completos, reproducen muchas de las estructuras celulares y algunas de las funciones principales de tejidos y órganos; de ahí su interés presente y futuro, añade **Elena Garreta**, investigadora sénior del **grupo de Pluripotencia para la Regeneración de Órganos en el Instituto de Bioingeniería del Cataluña (IBEC)** y profesora asociada en la UB. Estos modelos 3D **son más fisiológicos** y permiten estudiar cómo se desarrollan los tejidos y probar nuevos fármacos en un entorno más parecido al del cuerpo que un cultivo 2D tradicional.

En términos históricos, la tecnología de organoides nació cuando la biología del desarrollo, el cultivo 3D y las células madre convergieron. Los primeros organoides derivados de células madre pluripotentes se desarrollaron en el laboratorio de **Yoshiki Sasai** en 2008, cuando se lograron los primeros organoides cerebrales. En 2009 el grupo de **Hans Clevers** demostró que una sola célula madre intestinal podía generar organoides intestinales, derivados en este caso de células madre adultas, con todos los tipos celulares relevantes.

Según su origen celular, los organoides pueden **provenir de la diferenciación** de células madre pluripotentes humanas -incluyendo células madre embrionarias y células madre de plenipotencia inducida- y de células madre adultas de los tejidos, es decir, de muestras primarias de tejido. Y según el órgano o tejido se han derivado o generado organoides intestinales, cerebrales, retinales, hepáticos, pulmonares, renales, cardíacos y tumorales, entre otros.

"A priori podríamos **construir cualquier tipo de tejido del cuerpo humano**, incluso combinar tejidos de orígenes distintos", explica Acosta. "Los intestinales y los cerebrales destacan porque fueron de los primeros en establecerse como modelo robusto. Los organoides tumorales derivados de pacientes tienen gran valor para aplicaciones en oncología de precisión y respuesta a tratamientos", señala Garreta. Las principales **aplicaciones en investigación traslacional** se centran en su uso como modelos para entender el desarrollo de los tejidos y órganos, y para entender el proceso de las enfermedades, tanto de origen genético como sistémico. "Además a nivel preclínico tienen gran utilidad en toxicidad farmacológica y cribado de fármacos", precisa la investigadora.

ORGANOIDE SANO Y ENFERMO, NUEVA PUERTA A TRATAMIENTOS

La combinación de un **organoide sano con uno enfermo** también puede ser la base para diseñar nuevas dianas terapéuticas, explica Acosta. Otro uso es el estudio de la infección de los tejidos. Se están usando organoides **cerebrales para el estudio del Zika** y organoides **renales y pulmonares para estudiar la covid 19**, entre otros múltiples campos.

En investigación del cáncer, los **tumoroides son especialmente útiles para el cribado de compuestos** y para evaluar la respuesta a fármacos, así como para el desarrollo de nuevos tratamientos en medicina personalizada. "También para modelado de enfermedades raras, con la finalidad de testear nuevas vías terapéuticas", indica Garreta.

Asimismo, son útiles para responder a **preguntas biológicas complejas**, que requieran de un modelo humano complejo, 3D y relativamente fiel al tejido original. Uno de los campos en los que se han obtenido los resultados más significativos son las **enfermedades neurodegenerativas**, en las que hay que tener en cuenta la limitación en el acceso al estudio del tejido cerebral. En fibrosis quística, los organoides intestinales de paciente pueden usarse para predecir su respuesta a un tratamiento determinado, precisa Garreta.

Sus **principales limitaciones radican** en la falta de vascularización, sistema inmune y maduración completa. Los investigadores están buscando también asegurar su reproducibilidad y escalabilidad en la producción. El grupo de Acosta tiene varias líneas de trabajo relacionadas con organoides, entre ellas una dirigida a la identificación de los procesos moleculares implicados en la **progresión del alzhéimer y la encefalopatía epiléptica**, otra está centrada en tratar de identificar fármacos para la epilepsia resistente y una tercera en disponer de biomarcadores precoces de enfermedad de Alzheimer.

FUTURO APASIONANTE

En el **futuro**, el objetivo sería usar los organoides para **regenerar tejido dañado o enfermo**. Por ejemplo, creando parches de tejido u órganos, combinando organoides con bioingeniería, usando biomateriales y bioimpresión 3D. "Hasta que lleguemos a ese escenario, se está trabajando en avanzar en la escalabilidad, reproducibilidad y maduración de estos organoides", recalca Garreta.

El grupo de investigación en el que trabaja ha publicado recientemente en *Nature Biomedical Engineering* un estudio a partir de la combinación, por primera vez, de la **tecnología de organoides renales con máquinas de perfusión normotérmica**, "que permiten mantener un órgano vivo fuera del cuerpo y en condiciones fisiológicas". Esta aproximación ha permitido introducir organoides renales humanos en riñones porcinos vivos y evaluar su integración y viabilidad.

Los **riñones fueron trasplantados con éxito en cerdos**. "Observamos que los organoides humanos se integraban en el tejido porcino, no desencadenaban ninguna respuesta inmune significativa y no se detectaron signos de daño ni toxicidad", explica Garreta. Este estudio preclínico confirma la seguridad y viabilidad del procedimiento. En el futuro esta tecnología podría contribuir a prolongar la **vida útil de los órganos destinados al trasplante** y ofrecer una alternativa terapéutica para los pacientes con enfermedad renal crónica.