

21 NOV 07 | Una proeza científica

Crean células madre sin embriones

Una nueva técnica permite crear células madre a partir de la piel humana y sorteando el debate ético sobre la clonación.

Logro simultáneo de científicos japoneses y norteamericanos
Repararían tejidos sin usar embriones

NUEVA YORK.- Dos equipos de científicos informaron ayer que han convertido células humanas de piel en lo que parecen ser células madre embrionarias, sin tener que crear o destruir un embrión, una hazaña que podría sofocar el debate ético que causa tantos problemas a este campo de investigación.

Todo lo que tuvieron que hacer, dijeron los científicos, fue agregar cuatro genes. Los genes reprogramaron los cromosomas de las células de la piel, transformándolas en pizarras en blanco capaces de ser convertidas en cualquiera de los 220 tipos de tejidos del cuerpo humano, sea de corazón, cerebro, sangre o hueso.

Hasta ahora, la única forma de obtener ese tipo de células universales humanas era arrancándolas de un embrión humano, varios días después de la fertilización, en un proceso que llevaba a la destrucción del embrión.

Las células de piel reprogramadas podrían tener sutiles diferencias con las células madre embrionarias, que provienen directamente de embriones humanos, y el nuevo método tiene riesgos potenciales, como introducir genes cancerígenos. Pero los investigadores dicen que están seguros de que no demandará mucho perfeccionar el método y que los inconvenientes actuales demostrarán ser temporarios.

Investigadores y éticos no involucrados en los hallazgos dicen que el trabajo debería reformar el campo de las células madre. En algún momento de un futuro cercano, dijeron, debería debatirse si es moralmente aceptable crear y destruir embriones humanos para obtener células madre.

"Todo el mundo estaba esperando que llegara este día", dijo el reverendo Tadeusz Pacholczyk, director de educación del Centro de Bioética Católico Nacional. "Esta debería ser una solución para las objeciones morales que se han planteado durante años", agregó.

Los dos equipos independientes, uno de Japón y otro de los Estados Unidos, informan que sus métodos también crean células madre que se ajustan genéticamente al donante sin tener que recurrir al controvertido paso de la clonación. Si las células madre son usadas para crear células y tejidos de reemplazo para los pacientes, será inestimable contar con células que concuerden genéticamente porque no serán rechazadas por el sistema inmunológico. Y lo que es más importante, dicen los científicos, es que células genéticamente concordantes con los pacientes les permitirán estudiar en el laboratorio enfermedades complejas, como el Alzheimer, el cáncer o la diabetes.

Un paso adelante

Hasta ahora, la única forma de obtener células madre embrionarias que se ajustaran genéticamente a una persona era crear embriones que fueran clones de la persona y extraer luego sus células madre. Con el nuevo método, la clonación humana para la investigación en células madre, al igual que la creación de embriones humanos para extraer células madre, sería innecesaria.

A pesar de todas las esperanzas alimentadas durante la última década, la investigación en células madre embrionarias no ha producido todavía ninguna cura ni ningún gran descubrimiento terapéutico. Las células madre son tan maleables que podrían presentar riesgo oncológico, y el nuevo método para obtenerlas incluye

procedimientos que tienen sus propios riesgos.

Aun así, el nuevo trabajo permitiría a este campo de la investigación esquivar problemas significativos, entre los que se cuentan la escasez de células madre embrionarias y la restricción de fondos federales (de los Estados Unidos) para la investigación.

Los nuevos hallazgos se publican hoy en la revista *Cell*, en un artículo de Shinya Tamamaki de la Universidad de Kyoto y del Instituto Gladstone para la Enfermedad Cardiovascular de San Francisco, y en *Science*, en un artículo de James Thomson y sus colegas de la Universidad de Wisconsin.

Aunque ambos grupos usaron sólo cuatro genes para reprogramar las células de piel humanas, dos de los cuatro genes utilizados por los científicos japoneses son diferentes de los usados por el grupo norteamericano. Las células reprogramadas, reportan los investigadores, parecen comportarse exactamente como las células madre embrionarias humanas.

"Esto es realmente asombroso", dijo el doctor Leonard Zon, director del programa de células madre de la Escuela de Medicina de Harvard.

"Muestra que no se trata de algo esotérico que sólo ocurría en ratones", afirmó el doctor Rudolf Jaenisch, del MIT.

Por Gina Kolata
DeThe New York Times

El análisis Una proeza científica

Lograr las ventajas de una célula madre embrionaria partiendo de una célula adulta es una proeza científica sin precedente.

Hoy es factible lograr un embrión hasta una etapa en la cual se pueden obtener células que podrían servir para generar diversos tejidos. Sin embargo, estas células pueden generar tumores, además de que existe un sector de la sociedad con una posición intransigente al respecto: "Un embrión humano es un ser humano", afirman.

¿Cómo saltar la barrera tecnológica y ética sin dañar a nadie? Los pasos que llevan de una célula embrionaria a una adulta son el fruto de complejos pasos; complejos sí, pero no necesariamente irreversibles. La idea es invertir el proceso; es decir, partir de la célula adulta y llevarla a un estadio de célula embrionaria.

Existen moléculas que ayudan a que una célula embrionaria persista como tal; la regulación de sus genes es necesaria para que comience a transformarse.

Se seleccionaron moléculas que en investigaciones previas parecían alcanzar para reprogramarla. Los genes fueron introducidos en el núcleo de una célula adulta a través de un virus y alcanzaron para transformarla en una célula madre similar a una embrionaria: es decir que la nueva célula, llamada célula madre pluripotencial inducida, tiene genes normales, tiene las mismas marcas de superficie y es capaz de dar múltiples tejidos, pero sin provenir de la destrucción de un embrión.

Con esto ¿se pueden tratar todo tipo de enfermedades? No sabemos. La potencialidad existe, pero podría generar tumores y además el virus podría pasar información no deseable a la célula. Investigador del Conicet y director del Instituto de Ciencias Básicas y Medicina Experimental del Hospital Italiano

Por Pablo Argibay

[EL PAÍS](#)

Células madre sin embriones

Dos equipos obtienen a partir de piel humana células capaces de convertirse en tejidos - El hallazgo deja obsoleta la polémica sobre los embriones y la clonación

MILAGROS PÉREZ OLIVA

La ciencia dio ayer uno de esos saltos que marcan historia. Dos equipos científicos diferentes, con procedimientos distintos, han logrado reprogramar células de la piel humana en células madre capaces de diferenciarse en cualquier tejido del cuerpo humano. Han conseguido darle la vuelta al reloj del desarrollo biológico y convertir una célula somática ya diferenciada, en este caso una simple célula de la piel, en una célula que se comporta y actúa como si fuera embrionaria, es decir, capaz de convertirse de nuevo en célula cardíaca, ósea, neurona o de cualquier otro tipo. Con este paso, calificado de revolucionario por la comunidad científica, la medicina regenerativa se acerca más a su objetivo final: la posibilidad de crear tejidos humanos para reparar órganos dañados a partir del material genético del propio paciente, lo que evitará cualquier tipo de rechazo. El avance supone un giro copernicano en la investigación porque permite obtener células madre sin necesidad de recurrir a las técnicas de clonación ni utilizar embriones u ovocitos. Ello permitirá además sortear los obstáculos éticos y logísticos que han llevado de cabeza a tantos científicos y, en algunos casos, les ha privado de financiación. Con este hallazgo, toda la polémica sobre el uso de embriones se disuelve como un azucarillo en el agua y podría dejar obsoleta en poco tiempo la técnica de la clonación terapéutica.

Pero vayamos por partes. Para poder crear un tejido a partir de las células madre es preciso llegar a conocer y dominar las misteriosas reglas que llevan incorporadas las células de un embrión para que, en un momento determinado del proceso de crecimiento en el útero materno, cada una de ellas vaya al lugar que le corresponde, los cardioblastos al corazón, las neuronas al cerebro, y comiencen a cumplir sus funciones, es decir, comiencen a latir en el caso de las células cardíacas, o emitir señales en el caso de las neuronales. Reproducir ese proceso fuera del útero, en laboratorio, es lo que había logrado la medicina regenerativa utilizando embriones sobrantes de los programas de fecundación asistida. Fue maravilloso en su momento comprobar cómo una masa inerte de células cultivadas comenzaba a latir sobre una placa de Petri como si fuera un corazón. Por este procedimiento se han obtenido centenares de líneas de células madre en todo el mundo, media docena de ellas en España. Pero los científicos no conocían exactamente qué mecanismos hacían posible la diferenciación celular y, por tanto, sin conocer el mecanismo ni como iniciarlo, nunca serían capaces de controlar el proceso.

Ese es el gran salto que se ha dado ahora, y además en células humanas. Dos equipos científicos, uno japonés y otro norteamericano, han logrado revertir el proceso y convertir una célula adulta en célula embrionaria pluripotencial. Los equipos de Shinya Yamanaka, de la Universidad de Kioto, en Japón, y el de James Thomson, de la Universidad de Wisconsin, en Estados Unidos han conseguido obtener células madre, no a partir de un embrión, sino a partir de células somáticas de la piel.

El equipo de Yamanak tomó, según publica en la revista Cell, células de la piel de una mujer de 36 años y de tejido conectivo de un hombre de 69, e introdujo en su interior cuatro genes que están implicados en el proceso de diferenciación celular. Para introducir estos genes en el interior de la célula utilizó como vector un retrovirus. La acción de estos genes puso en marcha un mecanismo de reprogramación que hizo regresar la célula a una fase equivalente a la embrionaria,

por eso se les ha llamado células madre inducidas. La célula ya diferenciada de la piel se convirtió así en una célula madre pluripotencial capaz de convertirse de nuevo, no ya en piel, sino en cualquiera de los otros 220 tipos de células que tiene el organismo.

Aplicando dos de esos mismos genes y otros dos distintos, el equipo de James Thomson ha logrado el mismo proceso, según explicó ayer la investigadora Junying Yu, que figura como primera firmante del trabajo publicado en revista Science. Junying Yu ha utilizado células de piel fetal y células del prepuccio de un niño recién nacido. El resultado ha sido el mismo, con genes distintos, lo cual refuerza la certeza del experimento, pero también indica que en el proceso intervienen muchos más factores que aún se desconocen. Lo que hacen estos cuatro genes, según Junying Yu, es activar el mecanismo.

El equipo de Thomson tenía identificados 14 genes presumiblemente implicados en el proceso de diferenciación, "pero sólo cuatro fueron suficientes para iniciar el proceso", explicó ayer Yu. Yamanaka utiliza también cuatro, pero sólo dos son comunes a los usados por Yu.

Ambos equipos han conseguido pues que la célula haga el camino de ida y vuelta. Se ha encontrado una llave que abre el portal. Ahora hay que seguir subiendo la escalinata de la reprogramación para descifrar todos sus secretos.

La noticia fue unánimemente elogiada ayer en medios científicos internacionales. Todos la esperaban, pero no por ello había menos expectación. Tres de los más reputados investigadores que trabajan en células madre en España coincidieron ayer en calificar este trabajo de muy importante y un avance extraordinario. Juan Carlos Izpisua Belmonte, director del Centro de Medicina Regenerativa de Barcelona, se mostró "alegre y triste a la vez" desde el Instituto Salk de La Jolla, California, en que trabaja. Alegre, dijo, "porque sin duda es un avance muy importante" y triste, porque su equipo perseguía el mismo objetivo "aunque con una combinación de técnicas y aplicado a una enfermedad en concreto".

"Los trabajos que se han publicado son muy importantes porque confirma que se puede conseguir en humanos que una célula adulta se reconvierta en embrionaria, lo cual deja obsoleto el debate sobre la clonación terapéutica", afirma José López Barneo, director del Laboratorio de Investigaciones Biomédicas de la Universidad de Sevilla. "Desde que se publicó hace seis meses en Nature y en Cell Stem Cells que eso se había conseguido en animales, todos estábamos esperando la confirmación en humanos".

"Es lo que todos estábamos esperando", corroboró Carlos Simón, director del nodo valenciano del Banco Nacional de Células Madre e investigador del Instituto Valenciano de Infertilidad. "Cuando Yamanaka publicó lo que había logrado en ratones, nos quedamos todos perplejos. La confirmación en humanos es un avance muy, muy importante", dijo ayer.

La noticia era una de las más esperadas desde que hace algo menos de año y medio, en julio de 2006, Shinya Yamanaka comunicó que había logrado convertir en células madre las células de la piel de la cola de un ratón introduciendo en ella cuatro genes, los mismos que ahora ha utilizado para el experimento en humanos. El trabajo venía con el cartel implícito de "paren máquinas" porque aquello abría una nueva vía que permitía prescindir de la clonación y del uso de embriones, de modo que todos los focos apuntaron a partir de entonces hacia Kioto.

James Thomson, pionero de la investigación en células madre que tiene en su haber científico las primeras líneas de células madre humanas obtenidas a partir de embriones, hizo algo más que poner los focos: puso proa a la reprogramación. Hasta entonces la mayoría de los equipos se había centrado en el proceso de diferenciación a partir de embriones humanos u ovocitos fecundados mediante la técnica de transferencia nuclear. Pero el trabajo del equipo de Kioto demostraba que se podía hacer el camino de ida y vuelta por un atajo mucho más corto.

Pero tras el fiasco de la falsa clonación humana del coreano Hwang Woo-suk en 2005, la comunidad científica adoptó medidas de control más estrictas y ahora se exige, para dar credibilidad a un resultado, que haya sido obtenido al menos por dos equipos.

La confirmación de que el trabajo en ratones era válido llegó apenas hace seis meses, cuando un nuevo trabajo de Yamanaka y otro de Rudolf Jaenisch, del Instituto White Head de EEUU, confirmaron al tiempo la reprogramación. Se demostró que aquellas células de cola de ratón reconvertidas en células embrionarias, no sólo eran pluripotenciales y podían convertirse en cualquier célula humana, sino que incluso podían convertirse en células germinales. Eso significaba que si se introducía el núcleo de la célula madre inducida en un ovocito de otro ratón, daba lugar a un nuevo animal con la carga genética del que procedía la célula reconvertida. "Eso demostraba que eran realmente pluripotenciales", explica López Barneo.

El experimento era muy vistoso: se tomaron las células de la piel de un ratoncito negro y le aplicaron los cuatro genes. Una vez revertidas a la fase embrionaria, se introdujo el material genético en óvulos de ratón blanco. De estos óvulos se obtuvieron ratoncitos con la piel manchada, es decir, negra y blanca. Cruzados entre ellos, dieron lugar a nuevos ratoncitos, algunos de los cuales tenían la piel completamente negra, lo que demostraba que el material genético de aquella primera célula de la cola del ratón negro, se había transmitido por vía germinal. Este experimento sólo puede hacerse en animales y a efectos probatorios, porque en humanos está prohibido manipular las células germinales.

¿Significa todo esto que la ingeniería de tejidos está a la vuelta de la esquina? Ni mucho menos. De momento, el experimento no puede salir de la probeta porque para aplicarse a humanos deben despejarse algunas importantes incógnitas. "De entrada, averiguar qué genes exactamente intervienen en el proceso", indica Carlos Simón. "Está claro que los seis genes utilizados por los dos equipos son capaces de iniciar el proceso, pero eso indica que hay más". "Hemos de ver exactamente qué señales se activan en el proceso de reprogramación", confirmó ayer Janying Yu en una entrevista difundida por Science.

El otro gran escollo a superar es cómo introducir los genes en las células somáticas. En estos experimentos se ha utilizado un retrovirus, pero eso es impracticable en un tratamiento clínico en humanos porque las células obtenidas por este procedimiento no son seguras. En las células madre inducidas se han encontrado restos del material genético del retrovirus y uno de los genes utilizados por el equipo de Thomson es un oncogén. Usar estas células podría dar lugar a alteraciones y tumores en los tejidos obtenidos a partir de ellas.

El gran reto es ahora, según coinciden Izpisúa Belmonte y López Barneo, "encontrar un mecanismo distinto de introducir los genes". Y más allá aún, según Izpisúa "encontrar la forma de inducir la reprogramación de la célula adulta en el propio organismo humano", sin necesidad de manipularlas en el laboratorio. Ese sería el último peldaño de la escalinata.

Mientras tanto, la clonación terapéutica puede haber quedado obsoleta. Ian Wilmut, el creador de la ovejita Dolly, ya anunció anteayer que a la vista de los resultados de Yamanaka iba a abandonar los experimentos de clonación mediante transferencia nuclear que desarrolla en su laboratorio de la Universidad de Edimburgo, en Reino Unido. En este punto, sin embargo, hay diferencias entre los científicos. Izpisúa Belmonte y López Barneo coinciden en que, si bien la reprogramación es más eficaz y hace mucho más fácil la obtención de células madre pluripotenciales, la clonación terapéutica sigue siendo una técnica útil para la investigación y de hecho, es gracias a ella que se ha llegado a este feliz punto.

Pero en el futuro, Carlos Simón tiene claro que poco a poco la clonación se irá dejando de lado para concentrar los esfuerzos en la reprogramación. Lo que sí deja obsoleta es la polémica sobre si es ético o no usar embriones humanos. "Toda la disputa que tanto ha entorpecido la ciencia, unos por tratar de frenarla y otros por

acelerarla en exceso, ha sido estéril. Una vez más la ciencia ha puesto las cosas en su lugar", insistía ayer López Barneo. Hace apenas unas semanas se planteaba este grave problema en una mesa sobre bioética en el Congreso Nacional de Epidemiología celebrado en Córdoba: "Si la medicina regenerativa logra algún día producir tejidos humanos para reparar órganos dañados ¿de dónde saldrán tantos óvulos como se van a necesitar, si se precisa al menos uno por cada paciente a tratar? ¿Acaso las mujeres tendrían que cargar la enorme responsabilidad de facilitar con sus cuerpos el tratamiento a sus congéneres?"

Otra preocupación estéril que ayer se esfumó y que muestra la vertiginosa aceleración del conocimiento científico.

[El Mundo](#)

TERAPIA REGENERATIVA

Transforman células de la piel humana en células madre como las embrionarias
La inserción de cuatro genes en una célula adulta la transforma en pluripotente
Con este método se abre una vía paralela de trabajo para obtener distintos tejidos

Galería: Obtener células madre sin embriones

ÁNGELES LÓPEZ

MADRID.- Hace poco más de un año investigadores japoneses lograban convertir células adultas de la piel de ratones en células madre como las embrionarias. Este mismo equipo y otro grupo de investigadores han conseguido obtener resultados similares con células humanas para posteriormente cultivarlas y diferenciarlas en varios tipos de tejidos como el nervioso o el cardíaco. Aunque algunos científicos han manifestado que esta técnica podría sustituir a la transferencia nuclear, o

clonación, otros sentencian que este método abre un camino paralelo para conocer cómo funciona el cuerpo humano y poder así desarrollar tratamientos para enfermedades que no tienen cura hoy día.

En julio de 2006 el equipo de Shinya Yamanaka publicó en la revista 'Cell' los primeros resultados de una investigación en la que insertando cuatro factores de transcripción (genes que producen proteínas que a su vez controlan la actividad de

otros genes) en las células de la piel de ratones se convierten en células madre como las embrionarias. Unos meses después demostraron que esas células son capaces de transformarse en diferentes tipos de tejidos. Desde entonces, han sido varios los grupos de científicos que han repetido esta metodología también en animales.

Pero el paso definitivo, que era conseguir los mismos logros con células humanas, lo han dado los científicos japoneses al mismo tiempo que otro equipo de Estados Unidos. Por un lado, la revista 'Cell' publica el nuevo trabajo del equipo de Yamanaka y por otro, 'Science' recoge los datos del grupo liderado por James Thomson, de la Universidad de Wisconsin (EEUU). Los dos han utilizado un proceso similar, aunque no idéntico, para reprogramar las células adultas de la piel.

El doctor Yamanaka y sus colaboradores de la Universidad de Kyoto (Japón) han utilizado los mismos factores de transcripción que emplearon en las células de ratones, Oct3/4, Sox2, Klf4 y c-Myc (este último un oncogen), sólo que esta vez se ayudaron de un receptor (una proteína, Slc7a1) para mejorar la eficacia de la técnica en humanos.

Estos genes fueron insertados con la ayuda de retrovirus en células de piel humana y posteriormente se colocaron en un medio de cultivo de contenido animal. Pasados 25 días, las células adultas se habían reprogramado para convertirse en células madre como las embrionarias aunque no iguales a ellas, por este motivo se las denomina células de pluripotencialidad inducida (iPS, sus siglas en inglés). Tras colocar estas iPS en diferentes medios de cultivo, se demostró su capacidad para transformarse en diferentes tejidos como el nervioso y el cardíaco.

Posteriormente, probaron la misma técnica pero en lugar de emplear piel utilizaron células del tejido sinovial humano (presente en las articulaciones). El método también logró reprogramar con eficacia estas células adultas.

Otros genes, pero similar resultado

Por su parte, el equipo liderado por James Thomson, de la Universidad de Wisconsin (Madison, EEUU) y el primer científico que consiguió extraer células madre de embriones humanos en 1988, ha realizado un trabajo similar cuyos resultados han sido publicados en la revista 'Science'. La técnica utilizada por estos investigadores se basa en la de Yamanaka pero en lugar de utilizar los mismos genes, han empleado dos de ellos (el Oct4 y el Sox2) y otros dos diferentes (el NANOG y el LIN28).

Con la ayuda de lentivirus (otro tipo de patógenos), insertaron los genes en células adultas de la piel de fetos y de recién nacidos y, tras cultivarlas durante un mínimo de 20 días, obtuvieron células pluripotenciales.

Con este método se abre una nueva vía para la obtención de células madre pluripotentes sin necesidad de utilizar embriones humanos ni recurrir a la clonación terapéutica. No obstante, esta posibilidad no es tan factible hoy día debido a los problemas que esta técnica conlleva si se utilizara para su aplicación en humanos.

Una limitación de ambos trabajos es que el uso de esta técnica conlleva el empleo de virus (retrovirus o lentivirus) para insertar los genes en el núcleo de las células adultas. Esto significa que el material genético del virus se mezcla con el ADN celular sin conocer qué implicaciones puede tener este hecho. Este hecho bloquea su uso fuera del laboratorio, es decir, la metodología no se podría utilizar en pacientes. Además, tampoco hay que olvidar que también conlleva un riesgo de desarrollar tumores.

No obstante, estos científicos apuntan que, a pesar de esas limitaciones, sus estudios "abren la puerta a una avenida [de trabajos] para generar células madre pluripotentes específicas para ciertas enfermedades y pacientes. Incluso con la presencia de retrovirus, las células iPS humanas son útiles para comprender los

mecanismos de la enfermedad, probar fármacos y su toxicidad", concluye Yamanaka.

Una vía de trabajo complementaria a la clonación terapéutica

La técnica para conseguir células como las embrionarias genera un debate científico

ÁNGELES LÓPEZ

MADRID.- La semana pasada el científico Ian Wilmut, 'padre' de la oveja Dolly, anunciaba que abandonaba la técnica de la transferencia nuclear, o clonación terapéutica, para dedicar su trabajo a la inducción de pluripotencialidad de células adultas humanas. Según este investigador, el método desarrollado por el doctor japonés Shinya Yamanaka es un proceso "cien veces más interesante".

¿Seguirán el resto de científicos los pasos de Wilmut y la clonación quedará arrinconada en el trastero de la historia? Aunque algunos investigadores ya hablan que con la nueva técnica se evita el debate ético, de momento parece pronto para afirmar que el método de inducción de pluripotencialidad podría convertirse en la 'estrella' de la investigación mundial. El propio Yamanaka explica que todavía no sabe la forma por la que estos cuatro genes reprograman la célula adulta, "es como una caja negra".

La medicina regenerativa busca nuevas formas de tratar las enfermedades incurables a partir de la creación de nuevos tejidos. Para ello se requieren células pluripotentes, capaces de convertirse en otras, que se pueden conseguir de los embriones que sobran de las técnicas de reproducción. Sin embargo, esta fuente está prohibida en algunos países, no en España.

Además, para evitar el rechazo se puede tomar una célula adulta del paciente transferir su núcleo en el citoplasma de un óvulo y crear un embrión clonado para extraer de él células madre para luego convertirlas en el tejido deseado y tratar al paciente.

Sin embargo, estas investigaciones son cuestionadas por algunos sectores de la sociedad ya que conlleva la manipulación de embriones. Hasta ahora no había otra forma de obtener este tipo de tejidos. Ahora los nuevos estudios, abren la posibilidad de hacer estos trabajos sin el uso de embriones o sin realizar una clonación terapéutica.

Los problemas de la técnica

Por esos motivos Wilmut apuesta por la nueva técnica. Sin embargo, el director del Centro de Investigación de Medicina Regenerativa de Barcelona e investigador del Centro de Células Madre del Instituto Salk de La Jolla en California (EEUU), Juan Carlos Izpisua, insiste en que este método, en el que está trabajando su equipo para solventar las limitaciones actuales, es un instrumento complementario al de la clonación y que la técnica de la transferencia nuclear no puede abandonarse.

"La eficacia de ambos métodos es similar y, de momento, ninguno de los dos se puede utilizar en humanos. Uno, la clonación, porque sólo se ha conseguido en animales, y el otro porque, de usarlo en pacientes, puede producir cáncer y otros efectos debido al material genético de los virus empleados para insertar los genes en la célula humana", afirma Izpisua que indica que su trabajo está precisamente orientado en la solución de estas limitaciones. Entre Salk y Barcelona, "estamos desarrollando un sistema para introducir los genes directamente, evitando los virus o usando algunos que una vez en la célula se eliminan y no afectan a otros genes".

Hasta que este grupo o cualquier otro equipo de científicos publiquen datos que demuestren que estos problemas se han solventado no se podrán utilizar en la clínica. Pero todos coinciden en que la técnica de inducción de pluripotencialidad

tiene varias y valiosas utilidades. Por un lado, es válida para estudiar los procesos biológicos de reprogramación celular, fundamental para conocer los mecanismos de numerosas patologías. Además, también será útil para probar, en el laboratorio, un gran número de compuestos químicos y acelerar el proceso de desarrollo de fármacos.

No obstante, Izpisúa insiste en que tanto la clonación como la nueva técnica son instrumentos de "estudio que permitirán que cuando sepamos mucho más, podamos curar una enfermedad con otros métodos distintos a los que ahora conocemos. Además, en un futuro se podrían combinar las dos técnicas".