

A microscopic image showing a cluster of cells, likely stem cells, with a central cell and several surrounding cells. The cells are stained, showing internal structures and nuclei.

LAS CÉLULAS MADRE

¿PANACEA UNIVERSAL?



Universidad
Católica
de Valencia
San Vicente Mártir

JUSTO AZNAR

**DIRECTOR DEL INSTITUTO
DE CIENCIAS DE LA VIDA**

JUNIO 2010

¿QUE SON LAS CÉLULAS MADRE?

Las células madre, también denominadas células troncales, estaminales o en inglés células stem “son células que tienen la capacidad, no solamente de poder cultivarse y reproducirse a si mismas, sino también de poder producir células adultas de diferente progenie, es decir de diferentes tejidos”

I.L. Weissman. New England Journal of Medicine 346; 1576-1583, 2002

TIPOS DE CÉLULAS MADRE

Pueden ser:

Por su potencialidad

Células

Totipotentes

Pluripotentes

Multipotentes

Unipotentes

Pueden dar lugar a

Capaces de formar células de todos los linajes del organismo. En los mamíferos solamente lo son el cigoto y los primeros blastómeros

Capaces de formar células de todos los linajes del cuerpo, son las denominadas células madre embrionarias.

Son las células madre adultas capaces de formar distintos tipos de células de un mismo linaje, como las células madre hematopoyéticas

Son células madre adultas que producen células de un solo linaje, como las células madre germinales, entre ellas las espermatogonias que generan el esperma

Por su origen

Células madre embrionarias

Células madre de tejidos adultos

CÉLULAS MADRE EMBRIONARIAS

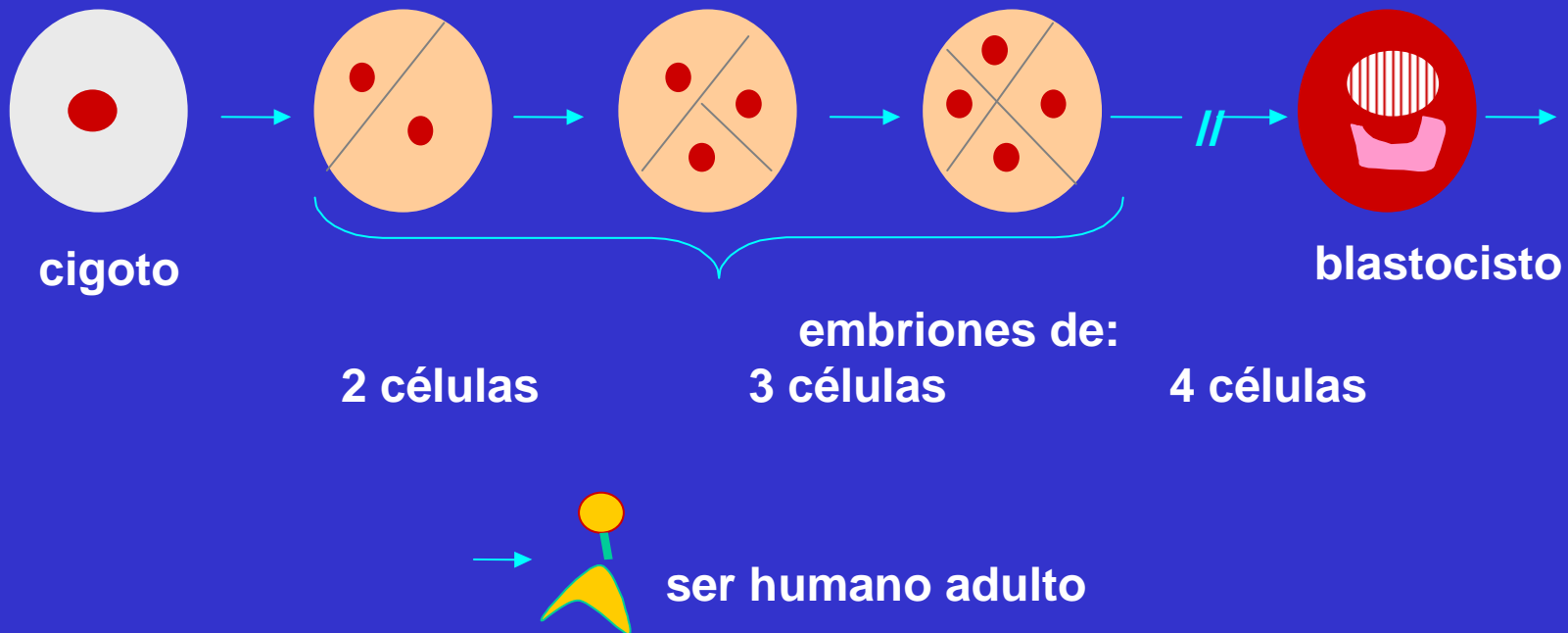
¿DE DÓNDE SE OBTIENEN LAS CÉLULAS MADRE EMBRIONARIAS?

**De embriones
sobrantes de fecundación in vitro
Producidos por transferencia
nuclear somática (clonación)
Generados por partenogénesis a
partir de ovocitos animales o
humanos**

FUNDAMENTO DE LA POLÉMICA ÉTICA

**Porque para
obtenerlas hay que
destruir
ineludiblemente un
embrión humano**

DESARROLLO EMBRIONARIO



¿POR QUÉ LA UTILIZACIÓN DE CÉLULAS MADRE EMBRIONARIAS SUSCITA UNA POLÉMICA SOCIAL TAN VIVA?

Porque su uso puede ser importante para diversos estudios biomédicos, especialmente para el mejor conocimiento de las primeras etapas del desarrollo del embrión humano

Por sus hipotéticas aplicaciones terapéuticas de cara a la medicina regenerativa y reparadora

Por los importantes problemas éticos que su utilización conlleva

Incluso, por la posibilidad de rentabilizar económicamente su uso

A microscopic image showing a dense field of cells, likely embryonic stem cells, with a central bright spot. The image is overlaid with a white text box containing the title.

EXPERIENCIAS CLÍNICAS CON CÉLULAS MADRE EMBRIONARIAS

ENSAYOS CLÍNICOS CON CÉLULAS MADRE

Total de ensayos clínicos.....	83885
Número de países en que se han realizado.....	171
Ensayos clínicos con células madre.....	2446
Ensayos clínicos con células madre adultas.....	2392
Ensayos clínicos con células de sangre de cordón umbilical.....	144
Ensayos clínicos con células madre embrionarias....	10

**Clinical Trials.gov
(fecha de consulta 15-5-2010)**

ENSAYOS CLÍNICOS CON CÉLULAS MADRE EMBRIONARIAS

RANK	STATUS	STUDY
1	Recruiting	The Derivation of Human Embryonic Stem Cell Lines From PGD Embryos
2	Recruiting	Derivation of New Human Embryonic Stem Cell Lines Lines for Clinical Use
3	Active, not recruiting	The Role of TBX3 in Human ES Cell Differentiation
4	Recruiting	Studying Breast Stem Cells From Patients With Cancer and From Healthy Individuals
5	Recruiting	Patient Specific Induced Pluripotency Stem Cells (PSiPS)
6	Recruiting	Isolation and Characterization of Mammary Stem Cells
7	Recruiting	The Transendocardial Autologous Cells (hMSC or hBMC) in Ischemic Heart Failure Trial (TAC-HFT)
8	Recruiting	Evaluation of Circulating Levels of Adult Stem Cells in the Peripheral Blood of Patients With Acute Decompensated Heart Failure and Following Stabilization, in Comparison With Healthy Volunteers (CIRCSTEM-HF)
9	Active, not recruiting	Development of iPS From Donated Somatic Cells of Patients With Neurological Diseases
10	Recruiting	Molecular Characterization of Neuroblastic Tumor: Correlation With Clinical Outcome

**Clinical
Trials.gov
(fecha de
consulta
15/5/2010)**

ESTUDIOS REALIZADOS CON CÉLULAS MADRE EMBRIONARIAS

	TEMA DEL ENSAYO	CENTRO DONDE SE REALIZA	OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN	¿ESTÁ DIRECTAMENTE DIRIGIDO A CURAR A ENFERMOS?
1	The derivation of human embryonic stem cell lines from PGD embryos	Hadassah Medical Organization (Jerusalem)	Crear embriones que padecen una enfermedad para derivar de ellos líneas celulares	No
2	Derivation of new human embryonic stem cell lines for clinical use.	Hadassah Medical Organization (Jerusalem)	To derive several new hESC lines that will be suitable for clinical trials.	No
3	Studying breast stem cells from patients with cancer and from healthy individuals.	National Cancer Institute (NCL) (Maryland)	This research study is looking at breast stem cells from patients with cancer and from healthy individuals	No
4	The role of TBX3 in human ES cell differentiation	University of California (Irvine)	They propose a novel approach to understanding differentiation of human embryo stem.	No

Clinical Trials.gov
(fecha de consulta 15/5/2010)

ESTUDIOS REALIZADOS CON CÉLULAS MADRE EMBRIONARIAS

5	Isolation and characterization of mammary stem cells	National Cancer Institute (NCL) (Maryland)	To isolate tumor stem cells using the same methods generally used to isolate human embryonic stem cells.	No
6	Evaluation of circulating levels of adult stem cells in the peripheral blood of patients with acute decompensated heart failure and following stabilization in comparison with healthy volunteers	Monash University (Melbourne)	Seeks to examine the levels of a number of different types of stem cells in patients with heart failure, compared to healthy volunteers	No
7	The transcatheter autologous cells (hMSC or hBMC) in ischemic heart failure trial (TACHFT)	University of Miami (Miami)	No utilizan células madre embrionarias, sino células mesenquimales (de médula ósea ontológica)	No
8	Molecular characterization of neuroblastoma: correlation with clinical outcome	Memorial Sloan-Kettering Cancer Center	To find out the genetic and biochemical makeup of your neuroplastic tumor	No



**Check the Score: Adult Stem Cells vs. Embryonic Stem Cells
Benefits in Human Patients (from Peer-Reviewed Studies)**

Adult Stem Cells	Embryonic Stem Cells
<p>Cancers:</p> <ol style="list-style-type: none"> Brain Cancer Retinoblastoma Ovarian Cancer Skin Cancer: Merkel Cell Carcinoma Testicular Cancer Tumors Abdominal Organs Lymphoma Non-Hodgkin's Lymphoma Hodgkin's Lymphoma Acute Lymphoblastic Leukemia Acute Myelogenous Leukemia Chronic Myelogenous Leukemia Juvenile Myelomonocytic Leukemia Chronic Myelomonocytic Leukemia Cancer Of The Lymph Nodes: Angioimmunoblastic Lymphadenopathy Multiple Myeloma Myelodysplasia Breast Cancer Neuroblastoma Renal Cell Carcinoma Soft Tissue Sarcoma Various Solid Tumors Ewing's Sarcoma Waldenstrom's Macroglobulinemia Hemophagocytic Lymphohistiocytosis Poems Syndrome Myelofibrosis <p>Auto-Immune Diseases:</p> <ol style="list-style-type: none"> Diabetes Type I (Juvenile) Systemic Lupus Sjogren's Syndrome Myasthenia Autoimmune Cytopenia Scleromyxedema Scleroderma Crohn's Disease Behcet's Disease Rheumatoid Arthritis Juvenile Arthritis Multiple Sclerosis Polychondritis Systemic Vasculitis Alopecia Universalis Buerger's Disease 	<p>Cardiovascular:</p> <ol style="list-style-type: none"> Acute Heart Damage Chronic Coronary Artery Disease <p>Ocular:</p> <ol style="list-style-type: none"> Corneal Regeneration <p>Immunodeficiencies:</p> <ol style="list-style-type: none"> Severe Combined Immunodeficiency Syndrome X-Linked Lymphoproliferative Syndrome X-Linked Hyper Immunoglobulin M Syndrome <p>Neural Degenerative Diseases And Injuries:</p> <ol style="list-style-type: none"> Parkinson's Disease Spinal Cord Injury Stroke Damage <p>Anemias And Other Blood Conditions:</p> <ol style="list-style-type: none"> Sickle Cell Anemia Sideroblastic Anemia Aplastic Anemia Red Cell Aplasia Amegakaryocytic Thrombocytopenia Thalassemia Primary Amyloidosis Diamond Blackfan Anemia Fanconi's Anemia Chronic Epstein-Barr Infection <p>Wounds And Injuries:</p> <ol style="list-style-type: none"> Limb Gangrene Surface Wound Healing Jawbone Replacement Skull Bone Repair <p>Other Metabolic Disorders:</p> <ol style="list-style-type: none"> Hurler's Syndrome Osteogenesis Imperfecta Krabbe Leukodystrophy Osteopetrosis Cerebral X-Linked Adrenoleukodystrophy <p>Liver Disease</p> <ol style="list-style-type: none"> Chronic Liver Failure Liver Cirrhosis <p>Bladder Disease</p> <ol style="list-style-type: none"> End-Stage Bladder Disease

Updated 14/04/2007

NUEVAS PROPUESTAS PARA LA UTILIZACIÓN CLÍNICA CÉLULAS MADRE EMBRIONARIAS

La compañía Geron propuso realizar experiencias clínicas con células madre embrionarias para el tratamiento de lesiones de la médula espinal

También Novocell propuso generar células productoras de insulina a partir de células madre embrionarias

Igualmente Mytogen quiso desarrollar células epiteliales pigmentadas de retina para tratar a pacientes con degeneración macular

LA FDA DENIEGA LA AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR ESTAS EXPERIENCIAS

Las tres propuestas fueron denegadas por la FDA norteamericana, objetando que antes de pasar a realizar en humanos los ensayos clínicos anteriormente referidos había que cumplimentar rigurosos controles de seguridad y llevar a cabo las pertinentes experiencias en animales

PRIMERAS EXPERIENCIAS CLÍNICAS CON CÉLULAS MADRE EMBRIONARIAS

Sin embargo, sorpresivamente el 23 de enero de 2009 la propia FDA, a propuesta de la firma Geron, aprobó la realización de un ensayo clínico de fase 1 con células madre embrionarias dirigido a tratar pacientes con lesión de médula espinal

Las experiencias se realizarían en 8 a 12 pacientes que hubieran sufrido una lesión grave de médula espinal durante las 2 semanas anteriores

Para ser incluidos en el estudio los pacientes tendrían que recibir un tratamiento inmunodepresor durante 46 días

PRIMERAS EXPERIENCIAS CLÍNICAS CON CÉLULAS MADRE EMBRIONARIAS

**Los resultados del ensayo
promovido por Geron no
se conocerán hasta
finales de 2010 o
principios de 2011**

PRIMERAS EXPERIENCIAS CLÍNICAS CON CÉLULAS MADRE EMBRIONARIAS

Posteriormente se ha propuesto un segundo ensayo en el que se pretende crear a partir de células madre embrionarias un tejido similar al destruido en pacientes con degeneración macular asociada a la edad; las células creadas se colocarán sobre una membrana artificial que posteriormente se insertará en la mácula

En primer lugar se realizará un pequeño ensayo piloto con una docena de pacientes que se llevará a cabo entre 2010 y 2012

Herderson M.

Times Online 24 de abril 2009

PRIMERAS EXPERIENCIAS CLÍNICAS CON CÉLULAS MADRE EMBRIONARIAS

**Finalmente otras compañías
como Neuralstem, Biotime,
ACT y Stem Cells han
propuesto iniciar también
trabajos con células madre
embrionarias**

EXPECTATIVAS TERAPÉUTICAS UTILIZANDO CÉLULAS MADRE EMBRIONARIAS

El escaso número de experiencias clínicas con células madre embrionarias se ha debido a la ineficiencia del proceso de clonación, la falta de conocimiento de los mecanismos que regulan estos procesos, la necesidad de mantener terapia inmunosupresiva durante toda la vida, el riesgo de inducir el desarrollo de teratomas y finalmente por las dificultades éticas que su uso conlleva

PRIMERAS EXPERIENCIAS CLÍNICAS CON CÉLULAS MADRE EMBRIONARIAS

En este sentido en febrero de 2009, un niño israelí que padecía una ataxia telangiectasia y que había recibido varios trasplantes de células madre neurales fetales desarrolló teratomas en el cerebro y medula espinal cuatro años después de iniciado el tratamiento

EXPECTATIVAS TERAPÉUTICAS UTILIZANDO CÉLULAS MADRE EMBRIONARIAS

**“Nadie podría prometer hoy la
falsedad de que con células
madre embrionarias se puede
curar a alguien inminentemente,
esto es engañar cruelmente a
pacientes y público”**

M. Enserink. Science 313; 160-163, 2006



CÉLULAS MADRE DE TEJIDOS ADULTOS

¿DE DONDE SE OBTIENEN LAS CÉLULAS MADRE DE TEJIDOS ADULTOS?

Diferentes tejidos adultos

Cordón umbilical

Placenta

**De células madre germinales obtenidas de fetos
abortados**

**Teratocarcinomas o carcinomas embrionarios,
especialmente de tumores testiculares**



EXPERIENCIAS CLÍNICAS CON CÉLULAS MADRE ADULTAS

**EXPECTATIVAS CLÍNICAS
DERIVADAS DEL USO DE
CÉLULAS MADRE DE TEJIDOS
ADULTOS**

**“Seguramente no hay un
precedente así en la
ciencia actual”**

J. Martin. The Lancet 365; 2070-2071, 2005

EXPECTATIVAS CLÍNICAS DERIVADAS DEL USO DE CÉLULAS MADRE DE TEJIDOS ADULTOS

Pocos temas en la medicina contemporánea han suscitado más entusiasmo y controversia que las células madre. El potencial de las células madre para generar diferentes tipos de células ha abierto la posibilidad de nuevos tratamientos para regenerar tejidos dañados

**Editorial
British Medical Journal
340;980-981, 2010**

ENSAYOS CLÍNICOS REALIZADOS

ENSAYOS CLÍNICOS CON CÉLULAS MADRE ADULTAS APROBADOS POR LA FDA

En enero de 2007 había

1238

ensayos clínicos aprobados por la Food and Drug Administration norteamericana

De ellos, más de 250 en infarto de miocardio, 24 en linfoma de tipo no-Hodgkin y 5 en tumores testiculares

ENSAYOS CLÍNICOS CON CÉLULAS MADRE

Total de ensayos clínicos.....	83885
Número de países en que se han realizado.....	171
Ensayos clínicos con células madre.....	2446
Ensayos clínicos con células madre adultas.....	2392
Ensayos clínicos con células de sangre de cordón umbilical.....	144
Ensayos clínicos con células madre embrionarias....	10

**Clinical Trials.gov
(fecha de consulta 15-5-2010)**



**Check the Score: Adult Stem Cells vs. Embryonic Stem Cells
Benefits in Human Patients (from Peer-Reviewed Studies)**

Adult Stem Cells	Embryonic Stem Cells
<p>Cancers:</p> <ol style="list-style-type: none"> Brain Cancer Retinoblastoma Ovarian Cancer Skin Cancer: Merkel Cell Carcinoma Testicular Cancer Tumors Abdominal Organs Lymphoma Non-Hodgkin's Lymphoma Hodgkin's Lymphoma Acute Lymphoblastic Leukemia Acute Myelogenous Leukemia Chronic Myelogenous Leukemia Juvenile Myelomonocytic Leukemia Chronic Myelomonocytic Leukemia Cancer Of The Lymph Nodes: Angioimmunoblastic Lymphadenopathy Multiple Myeloma Myelodysplasia Breast Cancer Neuroblastoma Renal Cell Carcinoma Soft Tissue Sarcoma Various Solid Tumors Ewing's Sarcoma Waldenstrom's Macroglobulinemia Hemophagocytic Lymphohistiocytosis Poems Syndrome Myelofibrosis <p>Auto-Immune Diseases:</p> <ol style="list-style-type: none"> Diabetes Type I (Juvenile) Systemic Lupus Sjogren's Syndrome Myasthenia Autoimmune Cytopenia Scleromyxedema Scleroderma Crohn's Disease Behcet's Disease Rheumatoid Arthritis Juvenile Arthritis Multiple Sclerosis Polychondritis Systemic Vasculitis Alopecia Universalis Buerger's Disease 	<p>Cardiovascular:</p> <ol style="list-style-type: none"> Acute Heart Damage Chronic Coronary Artery Disease <p>Ocular:</p> <ol style="list-style-type: none"> Corneal Regeneration <p>Immunodeficiencies:</p> <ol style="list-style-type: none"> Severe Combined Immunodeficiency Syndrome X-Linked Lymphoproliferative Syndrome X-Linked Hyper Immunoglobulin M Syndrome <p>Neural Degenerative Diseases And Injuries:</p> <ol style="list-style-type: none"> Parkinson's Disease Spinal Cord Injury Stroke Damage <p>Anemias And Other Blood Conditions:</p> <ol style="list-style-type: none"> Sickle Cell Anemia Sideroblastic Anemia Aplastic Anemia Red Cell Aplasia Amegakaryocytic Thrombocytopenia Thalassemia Primary Amyloidosis Diamond Blackfan Anemia Fanconi's Anemia Chronic Epstein-Barr Infection <p>Wounds And Injuries:</p> <ol style="list-style-type: none"> Limb Gangrene Surface Wound Healing Jawbone Replacement Skull Bone Repair <p>Other Metabolic Disorders:</p> <ol style="list-style-type: none"> Hurler's Syndrome Osteogenesis Imperfecta Krabbe Leukodystrophy Osteopetrosis Cerebral X-Linked Adrenoleukodystrophy <p>Liver Disease</p> <ol style="list-style-type: none"> Chronic Liver Failure Liver Cirrhosis <p>Bladder Disease</p> <ol style="list-style-type: none"> End-Stage Bladder Disease

Updated 14/04/2007

TERAPIA CELULAR

OPCIONES FUTURAS

Terapia celular preparada de forma individual para cada paciente

Bancos universales de células madre

Utilización de fármacos que estimulen el aumento endógeno de células madre

**G.Q. Daley y D.T. Scadden
Cell 132; 544-548, 2008**

PRODUCCIÓN DE UN CORAZÓN BIOARTIFICIAL

El equipo de Doris A Taylor, de la Universidad de Minnessota, ha conseguido por primera vez crear un corazón bioartificial

HC Ott. Nature Medicine 14; 213-221, 2008

PRODUCCIÓN DE UN CORAZÓN BIOARTIFICIAL

METÓDICA PARA OBTENERLO

**Descelularización de corazones de cadáver de rata por perfusión
con detergentes**

**Mantenimiento de la matriz extracelular, con conservación de una
estructura espacial cardiaca acelular**

**Reperfusión con células cardiacas neonatales o células
endoteliales aórticas de rata**

**Cultivo de estas estructuras recelularizadas en un medio similar al
que se utiliza para el mantenimiento de órganos**

Mantenimiento de la perfusión durante 28 días

PRODUCCIÓN DE UN CORAZÓN BIOARTIFICIAL

RESULTADOS

A los 4 días de finalizar la reperfusión celular la estructura cardiaca generada empezó a contraerse

A los 8 días adquirió la función de bomba cardiaca

HC Ott. Nature Medicine 14; 213-221, 2008

RECONSTRUCCIÓN DE LA TRAQUEA DE UN NIÑO CON SUS PROPIAS CELULAS MADRES

Se trata de un niño que nació con una estenosis congénita de tráquea que necesitaba ayuda respiratoria permanente

Se propuso tratarlo con una tráquea artificial por lo que se recurrió a un donante de tráquea

La tráquea donada se sometió a un tratamiento para consumir toda su estructura celular quedando solamente el esqueleto de colágeno

RECONSTRUCCIÓN DE LA TRAQUEA DE UN NIÑO CON SUS PROPIAS CELULAS MADRES

A esta tráquea descelularizada se le inyectaron células madre obtenidas de la médula ósea de costillas del propio niño

Estas células recompusieron la tráquea en su totalidad

Posteriormente esta tráquea artificial fue transplantada al niño enfermo que empezó a respirar y a hablar normalmente abandonando días después el hospital

CÉLULAS MADRE. PASADO Y FUTURO

PASADO



**James Thomson
1998**

Cultivan por primera vez células madre embrionarias humanas

FUTURO



**Shinya Yamanaka
2006**

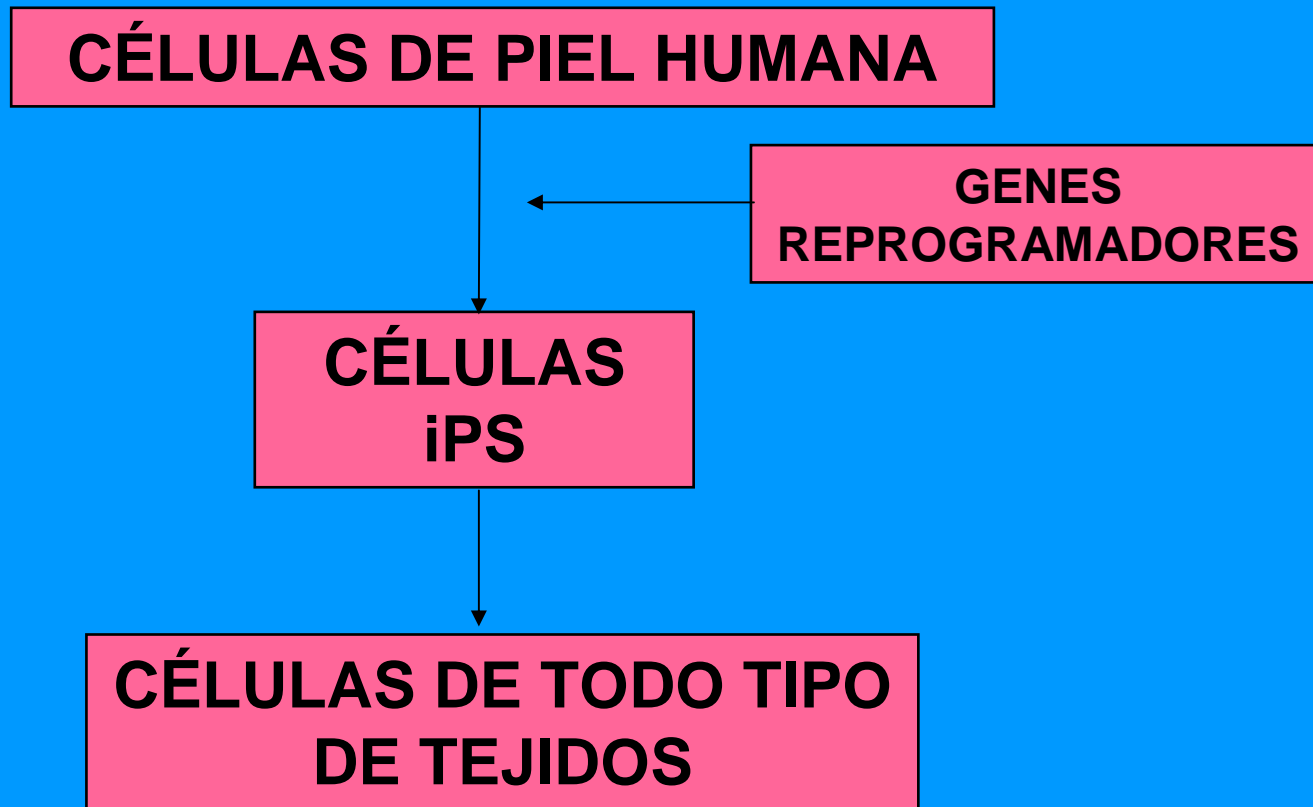
Obtienen células similares a las embrionarias por reprogramación de células adultas. Nacen las células iPS



2007

Obtienen células iPS humanas

REPROGRAMACIÓN DE CÉLULAS ADULTAS HUMANAS



J. Yu y col. (grupo Thomson).
Science 318; 1917-1920, 2007

K. Takahashi y col. (grupo Yamanaka).
Cell 131; 861-872, 2007

IMPORTANCIA DE LA REPROGRAMACIÓN CELULAR

La revista Science ha calificado la reprogramación celular como el descubrimiento científico del año 2008 por la utilidad que puede tener en la investigación de graves enfermedades y por su probable utilización dentro del campo de la medicina regenerativa y reparadora

Science 322; 1767-1773, 2008

EXPERIENCIAS PRECLÍNICAS

EXPERIENCIAS PRE CLÍNICAS

La posibilidad de generar células iPS de pacientes concretos ha abierto la puerta a la medicina personalizada regenerativa por un camino éticamente correcto

Kiskinis E and Eggan K. J Clin Invest 2010; 120: 51-59

EXPERIENCIAS PRECLÍNICAS EN RATONES CON ANEMIA FALCIFORME

Se obtienen células somáticas de ratones con **anemia falciforme** y tras ser corregida la anomalía genética por terapia génica molecular se generan células iPS

A partir de ellas se generan células madre hematopoyéticas normales que se pueden reinyectar en ratones con anemia falciforme, consiguiendo mejorar sensiblemente su cuadro clínico

Hanna J et al

Science 318; 1920-1923, 2007

EXPERIENCIAS PRECLÍNICAS EN RATONES CON PARKINSON

Las células iPS se pueden diferenciar a neuronas dopaminérgicas

Cuando las neuronas dopaminérgicas se transplantan a cerebro de ratas con **Parkinson se consigue mejorar sus síntomas clínicos**

M Wernig y col PNAS 105; 5856-5861, 2008

EXPERIENCIAS PRECLÍNICAS EN RATONES CON HEMOFILIA A

Se producen células iPS a partir de fibroblastos de la cola de ratones que posteriormente se diferencian a células endoteliales y células progenitoras endoteliales.

Se comprueba que estas células producen factor VIII

Las células endoteliales o sus progenitoras producidas se inyectan a ratones con **hemofilia A**

Se comprueba que el factor VIII se incrementa hasta un nivel de 8% a 12%

Comprobándose además que los ratones transplantados sobreviven mucho mas tiempo que los a ratones del grupo control

EXPERIENCIAS PRECLÍNICAS EN RATONES CON INFARTO DE MIOCARDIO

**A partir de fibroblastos humanos se producen células
iPS**

Estas se insertan en mórulas de ratones

**De las quimeras producidas, se produce parenquima
cardiaco normal, que se puede transferir a
corazones de ratones enfermos, consiguiendo la
mejora funcional de los mismos**

**Esto demuestra que las células iPS pueden ser útiles
en el **tratamiento de la enfermedad cardiaca****

Nelson et al

Circulation 120; 408-416, 2009

**POSIBILIDAD DE
PRODUCIR SERES
VIVOS A PARTIR DE
CELULAS IPS**

POSIBILIDAD DE PRODUCIR SERES VIVOS A PARTIR DE CELULAS IPS

Pero las experiencias más excitantes en este terreno han sido realizadas por dos grupo de investigadores chinos que han logrado producir ratones vivos a partir de células iPS

POSIBILIDAD DE PRODUCIR SERES VIVOS A PARTIR DE CELULAS IPS

El primero de ellos lo consiguió a partir de la producción de blastocistos tetraploides a los que se habían previamente transferido las células iPS

Kang L, et al. Cell Stem Cell 2009; 5: 135-138

POSIBILIDAD DE PRODUCIR SERES VIVOS A PARTIR DE CELULAS IPS

Zhao y col han logrado producir 31 ratones vivos a partir de 37 líneas de células iPS generadas de fibroblastos de piel. La técnica utilizada ha sido similar a la de Kang por medio de la cual tras inyectar las células iPS en blastocistos normales estos fueron transferidos a hembras que quedaron preñadas. Los ratones generados tenían entre un 5% a 80% de quimerismo.

Pero lo más interesante de estas experiencias es que a partir de los ratones producidos se pudo producir una segunda generación de ratones vivos que tenían las características genéticas del ratón del cual se habían derivado las células iPS

POSIBILIDAD DE PRODUCIR SERES VIVOS A PARTIR DE CELULAS IPS

El último grupo en conseguir animales vivos a partir de células iPS ha sido el de Boland y col que utilizando una técnica similar a la de Zhao, han logrado también que los embriones generados tuvieran características genéticas similares a la de los ratones de los que se habían derivado las células iPS

Boland M, et al. Nature 2009; 461 91-94

BREVE CONSIDERACIÓN ETICA

BREVE CONSIDERACIÓN ETICA

No cabe duda que una de las características más positivas de las células iPS es que no se requiere utilizar células madre embrionarias para obtenerlas

Sin embargo, al poder derivar de ellas, animales vivos, se abre la posibilidad de poder clonar seres humanos sin tener que recurrir a la transferencia nuclear somática

BREVE CONSIDERACIÓN ÉTICA

**Esto presupone que la
responsabilidad ética última
del uso de las células iP
queda en mano de los propios
investigadores, firmas
comerciales y la sociedad en
general**

**MOTIVACIÓN ÉTICA
DE LAS
EXPERIENCIAS DE
YAMANAKA**

MOTIVACIÓN ÉTICA DE YAMANAKA PARA SUS INVESTIGACIONES

- **“Cuando vi el embrión, rápidamente me di cuenta de que no había diferencia entre él y mis hijas”**
- **“Pensé que no podemos permitirnos destruir embriones para nuestras investigaciones”**
- **“Tiene que haber otro camino”**

M Fackler “The New York Times” 11-XI-2007

