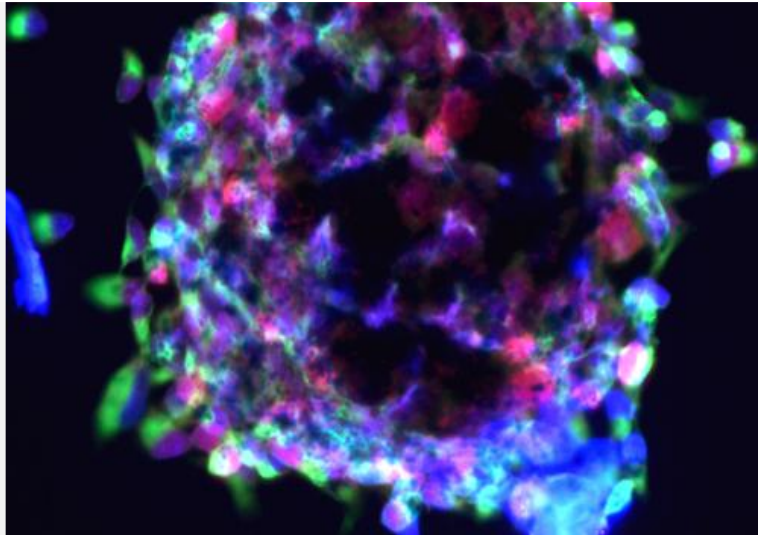


Les cèl·lules mare: Ciència o ficció



Gemma Monràs Jiménez

Ciències

Tutora: Carme Gallardo

Ins. Rovira-Forns

2012-2013

L'única possibilitat de conèixer els límits del possible és anar una mica més enllà d'ells, cap a l'impossible.

ARTHUR K. CHESTER.

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	3
2. LES CÈL·LULES MARE	4
2.1. Una mica d'història:.....	4
2.2. Què són?	5
2.3. Tipus de cèl·lules mare:	7
2.4. Fonts de cèl·lules mare:	8
2.5. Cèl·lules mare embrionàries vs cèl·lules mare adultes:	9
2.6. Les iPS i el Premi Nobel de 2012:.....	10
3. LA TERÀPIA CEL·LULAR:	13
3.1. Què és?	13
3.2. Quines teràpies cel·lulars existeixen?	13
3.3. Com s'implanta una teràpia?	15
3.4. On està la dificultat per obtenir teràpies efectives?	17
3.5. Teràpies a prova:	18
4. PART EXPERIMENTAL:	23
4.1. Centre d'investigació:	23
4.1.1. Què és?	24
4.1.2. Missió:.....	24
4.1.3. Projectes en curs:	25
4.1.4. La visita:.....	26
4.2. Coneixem a un especialista:	27
4.2.1. L'entrevista:	28
4.3. A la recerca del frau per Internet:.....	32
4.3.1. Qui s'encarrega de frenar les clíniques?	33
4.3.2. La veritat:	33
4.3.3. Recerca a Internet:	36
4.3.4. Els resultats:	38
5. CONCLUSIONS:	42
6. LLISTA DE REFERÈNCIES:	43
7. ANNEXOS:.....	46
Annex 1:.....	46
Annex 2:.....	48

1. INTRODUCCIÓ

Quan ens van dir que havíem d'escollir un tema per fer aquest treball, realment n'hi havia pocs que m'interessessin però, des del primer cop que vaig sentir parlar d'unes determinades cèl·lules em van cridar molt l'atenció. ¿Com unes cèl·lules les quals fins fa pocs anys no es coneixia la seva existència han revolucionat el món científic i donat esperances a moltes persones de salvar-se de malalties que fins ara semblaven incurables? Per això, em vaig decidir a escollir aquest tema, les cèl·lules mare.

El treball es titula *“Les cèl·lules mare: Ciència o ficció?”* i amb ell, el meu propòsit és conèixer què és veritat i què és mentida, ja que tot sovint es difon informació que manca de base científica. Al principi, aquest tema em feia una mica de por, ja que em trobava en la situació d'un treball purament teòric pel motiu que és molt difícil tenir l'oportunitat de fer alguna pràctica i perquè és un cercle molt tancat al qual no és fàcil accedir. Tot i així, gràcies a la meva tutora vaig tenir l'oportunitat d'entrevistar a un investigador i fer una visita a un centre especialitzat.

La meva pregunta inicial va ser: “Hi ha teràpies consolidades actualment?” El que va passar és que quan vaig respondre aquesta pregunta me'n van sorgir d'altres: “Les intervencions que s'han realitzat amb elles que signifiquen? És, doncs, una medicina actual o del futur?” Aquestes preguntes van ser el fil que van guiar el meu treball, tant la part teòrica com la pràctica. En el moment de fer l'entrevista ens va donar una idea que em va portar a fer-me una última pregunta seguida d'unes hipòtesis: “Què estan oferint algunes clíniques? Pot ser es tracta de frau. Pot ser el nivell de frau és elevat.”

Aprofito, per agrair a la meva tutora la seva ajuda i orientació durant tot el treball.

2. LES CÈL·LULES MARE

2.1. Una mica d'història:

Qui i quan va descobrir per primer cop les cèl·lules mare? I els diferents tipus? Són algunes de les preguntes que intentaré respondre a continuació; on farem un petit recorregut per la història per veure com han evolucionat les investigacions amb cèl·lules mare fins els nostres dies.

El primer cop que es va descobrir i definir una “cèl·lula mare” va ser a l'any 1908 pel científic rus Alexander Maksimov, qui va veure que certes cèl·lules podien generar cèl·lules hematopoètiques. Més tard al 1963, els investigadors Earnest McCulloch i James Till van demostrar que existien aquests tipus de cèl·lules a partir de les cèl·lules de la medul·la òssia d'un ratolí.

La realització del primer trasplantament de medul·la òssia realitzat amb èxit, dit d'una altra manera, el trasplantament de cèl·lules mare hematopoètiques fou a l'any 1968 a mans del metge Robert A. Good. Deu anys més tard es descobrí que existien cèl·lules mare hematopoètiques al cordó umbilical.

La fita més significativa parlant de cèl·lules mare embrionàries, es troba l'any 1978: Louise Brown va crear aquestes cèl·lules per fecundació *in vitro*. Un fet molt destacat el trobem al 1981: Martin Evans i Matthew Kaufman van aïllar la primera línia de cèl·lules mare embrionàries a partir del blastocist¹ de les rates.

El 1997, es va descobrir que la leucèmia és originada pel mal funcionament d'una cèl·lula mare de la sang.

Al cap d'un any a la Universitat de Wisconsin, James Thomson i els seus col·laboradors van obtenir la primera línia de cèl·lules mare embrionàries humanes i, van determinar el seu gran potencial per diferenciar-se en tot tipus de cèl·lules. A partir d'aquí, es van dur a terme nombroses investigacions fins avui dia.

¹ El blastocist és una estructura embrionària present en les primeres etapes del desenvolupament

Actualment, hi ha nombroses línies d'investigació basades en aquestes cèl·lules que en un futur aportaran nous tractaments per malalties que fins ara pensàvem que eren incurables.

2.2. Què són?

Les cèl·lules mare (en anglès *stem cell*) són cèl·lules indiferenciades molt primitives que podem trobar en tres llocs diferents: en embrions (massa cel·lular interna dels blastocists), en alguns teixits fetals (cordó umbilical, placenta) i en teixits adults. Aquestes cèl·lules són tan atractives en els diferents camps de la medicina i la biologia per dues propietats en especial: la seva capacitat d'autorenovació i, sobretot, la seva gran potencialitat.

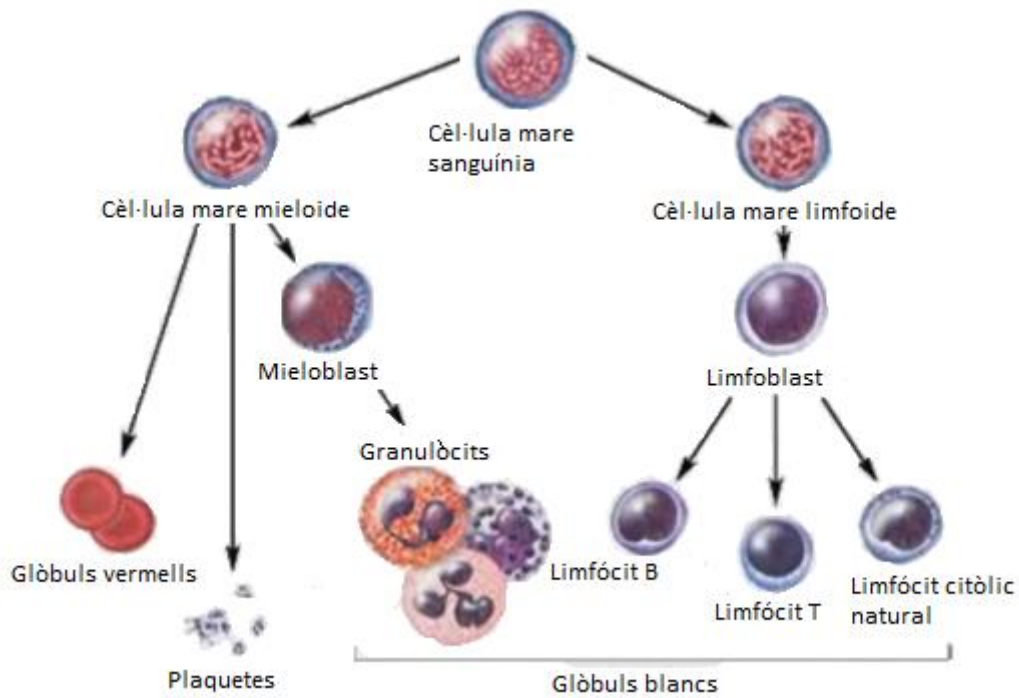


*Fig. 1. Cèl·lula mare.

La capacitat d'autorenovació o autopoiesi els permet renovar-se a si mateixes indefinidament, o sigui, poden originar noves cèl·lules mare amb les mateixes característiques mitjançant divisions mitòtiques asimètriques². Mentre que les cèl·lules madures tenen molt limitada la reproducció. Aquesta capacitat els permet actuar com a sistema reparador del cos, substituint altres cèl·lules danyades quan l'organisme encara és viu, actuant com a sistema guaridor del cos.

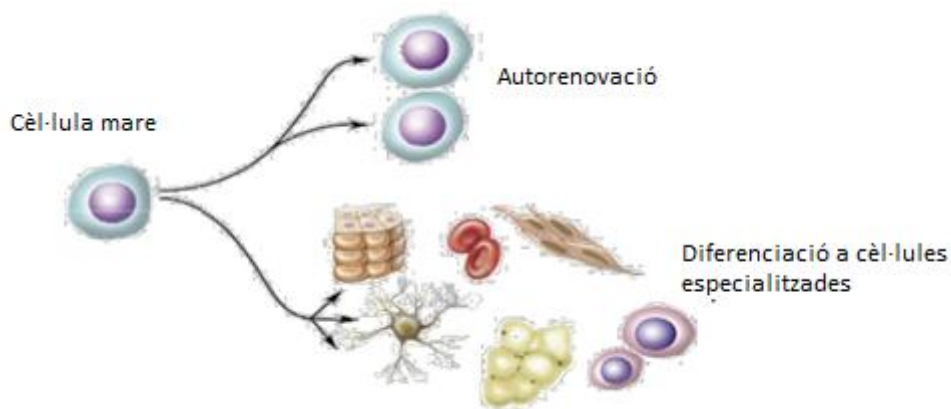
La potencialitat de les cèl·lules mare és la capacitat que tenen de diferenciar-se en altres cèl·lules. La diferenciació és un procés mitjançant el qual una cèl·lula mare indefinida esdevé en una altra amb una estructura i una funció definida.

² Les divisions mitòtiques són divisions cel·lulars en què a partir d'una cèl·lula s'obtenen dos idèntiques a aquesta, però, en aquest cas les cèl·lules que s'obtenen són diferents, per això, es diu asimètriques.



**Fig. 2. Exemple de diferenciació: a partir d'una cèl·lula mare s'obtenen tots els tipus de cèl·lules sanguínies*

Quan una cèl·lula mare es divideix, cada cèl·lula filla té la potencialitat d'esdevenir en una cèl·lula idèntica a la primera, o sigui, donaria una altra cèl·lula mare com la inicial, o una altra més especialitzada, com podria ser un glòbul vermell depenent en quin teixit estigui aquesta cèl·lula mare. A partir de la seva potencialitat es distingeixen quatre tipus de cèl·lules [2.3].



**Fig. 3. Potencialitat d'una cèl·lula mare: a partir d'una s'obtenen tots els tipus de cèl·lules de l'organisme i més cèl·lules mare.*

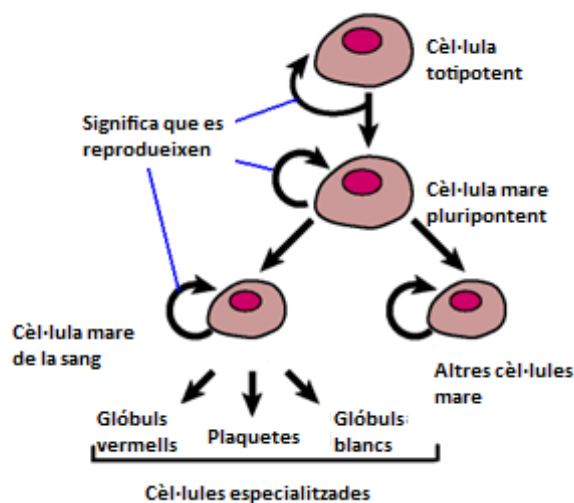
Els científics estan investigant quins són els factors que influeixen en l'especialització cel·lular, per tal de manipular-les al laboratori i aconseguir teixits o òrgans per a teràpia cel·lular.

Les seves possibles aplicacions en un futur són: utilitzar-les per investigar malalties i altres, per dissenyar nous medicaments o pel seu ús en teràpies cel·lulars o en la reparació de teixits i òrgans.

2.3. Tipus de cèl·lules mare:

Les cèl·lules mare es poden classificar segons la seva potencialitat, és a dir, la seva capacitat de diferenciació del tipus cel·lular:

- ▶ Totipotent: tenen la capacitat de donar lloc a tots els tipus de cèl·lules del cos a més de tots els tipus de cèl·lules que componen els teixits extraembrionaris com ara la placenta. Es creen a partir de la unió d'un òvul i un espermatozoide.
- ▶ Pluripotent: tenen capacitat de donar lloc a tots els tipus de cèl·lules del cos, excepte les totipotents.
- ▶ Multipotent: tenen la capacitat de diferenciar-se en teixits concrets corresponents a tipus cel·lulars semblants al teixit del qual partien, normalment, les del teixit adult.
- ▶ Unipotent: únicament poden donar lloc a un tipus de cèl·lula amb capacitat d'autorenovar-se.



*Fig. 4. Producció dels diferents tipus de cèl·lules.

2.4. Fonts de cèl·lules mare:

També es poden classificar segons el seu origen. Els dos tipus que són més importants en recerca són: les cèl·lules mare embrionàries i les cèl·lules mare adultes.

- ▶ Cèl·lules mare embrionàries: són cèl·lules amb la capacitat de diferenciar-se en qualsevol tipus cel·lular de l'organisme adult (totipotents). S'obtenen a partir del blastòcit.

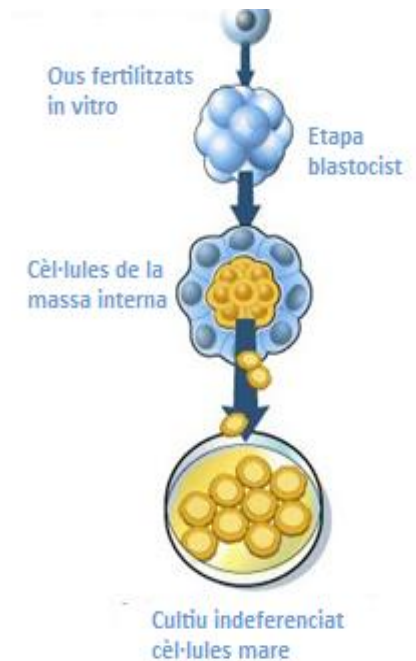
Aquestes són les que ofereixen més possibilitats per crear nous teixits o òrgans, per tant, són les que donen més perspectives per a la medicina del futur.

Per a la seva producció és necessari obtenir embrions *in vitro* fecundats per un espermatozoide. Posteriorment, es cultiva l'embrió fins a obtenir el blastòcit, se separen les cèl·lules mare contingudes en la massa interna i es cultiven per aconseguir una colònia.

- ▶ Cèl·lules mare adultes (o somàtiques³, perquè no necessàriament es troben en adults): són

cèl·lules indiferenciades que es troben entre cèl·lules diferenciades de teixits i òrgans que, mitjançant la diferenciació es creen cèl·lules per tal de canviar les cèl·lules danyades del teixit o òrgan al qual pertanyen. Poden ser multipotencials i unipotents. Per tant, la seva funció principal és de mantenir i reparar el teixit al qual pertanyen.

Tenen una gran importància, podrien ser utilitzades per a trasplantaments de cor, cervell i la resta d'òrgans si s'arriba a poder controlar la diferenciació de les cèl·lules mare al laboratori. Encara que ja hi ha tractaments amb cèl·lules mare adultes de la sang i de medul·la òssia.



*Fig.5. Procés d'obtenció de cèl·lules mare embrionàries.

³ Les cèl·lules somàtiques són aquelles que conformen el creixement dels teixits i òrgans d'un ésser viu, procedents de cèl·lules mare originades durant el desenvolupament embrionari.

2.5. Cèl·lules mare embrionàries vs cèl·lules mare adultes:

Les cèl·lules mare més utilitzades en investigació són les cèl·lules mare embrionàries i les adultes. Cadascuna té uns avantatges i uns inconvenients vist des d'un punt de vista científic.

Les cèl·lules mare embrionàries tenen unes característiques molt importants per a la recerca científica. La principal és la seva gran capacitat de diferenciar-se en la majoria de cèl·lules dels teixits del cos humà, per tant, si s'adquirissin els coneixements adients es podria controlar la seva diferenciació per tal de crear òrgans i teixits determinats. Un dels problemes principals és que calen utilitzar embrions i, això, té un component ètic intrínsec. Llavors, o bé s'utilitzen embrions del banc de sang o bé donats a la recerca directament, en qualsevol cas s'haurà de destruir l'embrió en algun moment. El segon problema és que les cèl·lules vindrien d'embrions genèticament diferents del pacient que les necessita. Conseqüentment, hi hauria perill de rebuig immunològic.

Per contra, les cèl·lules mare adultes es podrien obtenir directament del pacient que les necessita, estalviant el rebuig immunològic. Però, en principi, estarien limitades a esdevenir cèl·lules del teixit al qual pertanyen, per exemple, les cèl·lules adultes del teixit muscular podrien fer músculs, res més. El gran problema seria obtenir suficients cèl·lules per a un trasplantament, perquè el seu temps de proliferació és molt gran, és a dir, necessiten molt de temps per regenerar un número suficient de cèl·lules.

2.6. Les iPS i el Premi Nobel de 2012:

El Premi Nobel d'enguany en medicina i psicologia va ser entregat a John B. Gurdon i Shinya Yamanaka, dos científics que van descobrir que les cèl·lules madures especialitzades poden ser reprogramades per convertir-se en cèl·lules madures capaces de desenvolupar-se en tots els teixits del cos. Aquestes cèl·lules s'anomenen cèl·lules mare pluripotent induïdes (iPS). Han donat un nou ventall de possibilitats en la recerca.

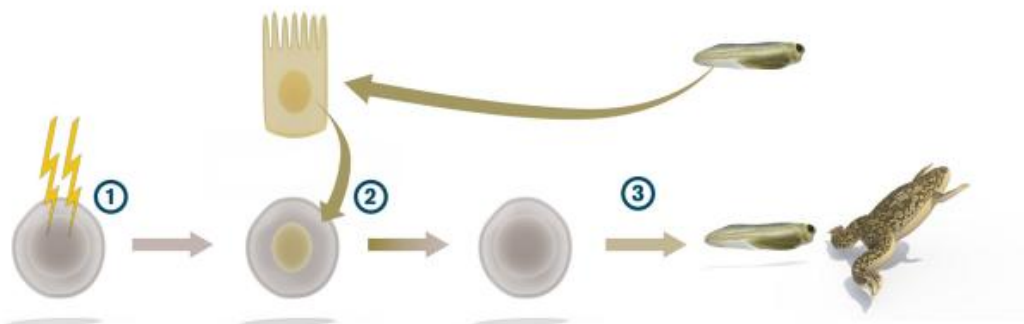


* Fig.6. Shinya Yamanaka i John B. Gurdon

Les cèl·lules iPS no es van descobrir un dia sobtadament, sinó que va tenir un llarg procés, que tot seguit comentaré.

Els inicis del procés, els trobem en 1962 quan John B. Gurdon descobrí que l'especialització de les cèl·lules és reversible. Va fer un experiment en el qual va produir capgrossos vius a partir d'una cèl·lula mare adulta d'una granota.

La tècnica que va utilitzar per realitzar aquest experiment consistia a extreure el nucli d'una cèl·lula que contenia ADN de la granota a partir d'una cèl·lula intestinal madura. Aquest nucli, el va injectar en un ou de granota amb el seu nucli prèviament eliminat. L'ou va reprogramar el nucli, dirigint els seus gens cap a les funcions pròpies d'un òvul en desenvolupament (fig. 7).



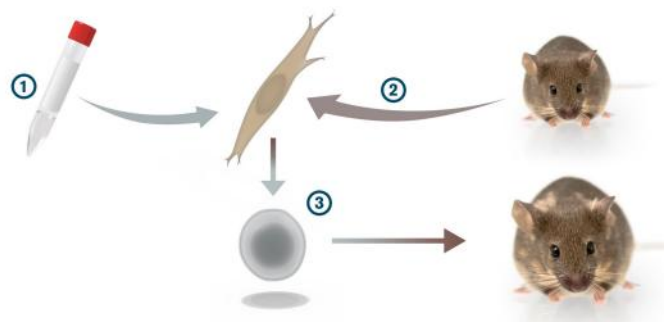
* Fig.7.

Amb aquest primer descobriment, que fou rebut amb escepticisme, es va trencar el dogma que les cèl·lules madures estan irrevocablement assignades a les seves funcions específiques i no poden encarregar-se d'unes altres.

Aquesta fita li va permetre clonar un mamífer per primer cop en la història: l'ovella Dolly.

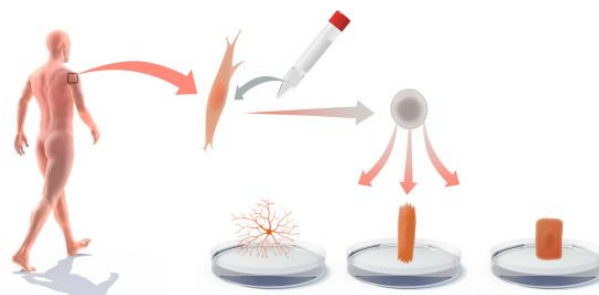
Anys després, el Dr. Yamanaka es preguntava per què les cèl·lules d'un embrió tenen la capacitat de convertir-se en qualsevol tipus de teixit de l'organisme. Arribant a una conclusió, aquesta capacitat havia d'estar regulada per alguns gens.

Treballant amb ratolins al 2006 el Dr. Yamanaka va corroborar les seves sospites quan descobrí com les cèl·lules madures en ratolins podien ser reprogramades per convertir-les en cèl·lules mare immadures (fig. 8).



*Fig. 8.

Mitjançant la introducció de només quatre gens específics, es podria reprogramar cèl·lules madures en cèl·lules iPS (fig. 9) similars a les cèl·lules embrionàries.



*Fig. 9.

“Les seves troballes han revolucionat la nostra comprensió de com es desenvolupen les cèl·lules i els organismes”: és el que va destacar l'Assemblea Nobel en el comunicat en el qual anunciaven el premi.

Per una banda, han estat tan revolucionaries perquè superen molts dels inconvenients que ens plantegen les cèl·lules mare adultes i les cèl·lules mare embrionàries. Ja no tindríem el problema del factor ètic, ja que, serien cèl·lules mare adultes extretes del pacient i, per aquest mateix fet de ser extretes del propi pacient no, causarien un rebuig immunològic. Per una altra banda, les cèl·lules iPS representen eines per comprendre els mecanismes de les malalties i, per tant, ofereixen la possibilitat de crear nous tractaments mèdics.

3. LA TERÀPIA CEL·LULAR:

3.1. Què és?

La teràpia cel·lular és una branca de la medicina regenerativa⁴ que consisteix a utilitzar cèl·lules mare adultes, embrionàries i iPS per diferenciar-les en aquelles cèl·lules o teixits que necessita un pacient i curar-lo amb cèl·lules vives. Poden ser d'aquell mateix pacient o d'un altre.

3.2. Quines teràpies cel·lulars existeixen?

Actualment les teràpies que es realitzen amb cèl·lules mare són limitades i totes són amb cèl·lules mare adultes. Només es realitzen teràpies en malalties o afeccions de la medul·la òssia. Són les següents:

- ▶ Leucèmia: grup de malalties malignes de la medul·la òssia que provoca un augment incontrolat de leucocits en ella.
- ▶ Síndromes mielodisplàstic: malalties en què la medul·la òssia no funciona bé i no es produeixen suficients glòbuls vermells.
- ▶ Anèmia de Fanconi: malaltia hereditària que es pot desenvolupar de diferents formes, generant càncers, leucèmies, errors en la medul·la òssia i la majoria de les persones que la pateixen desenvolupen defectes congènits (per exemple, anormalitats en el desenvolupament de les extremitats).
- ▶ Anèmia de cèl·lules falciformes: és una malaltia genètica que afecta l'hemoglobina⁵.
- ▶ Limfoma: proliferació maligna de limfòcits⁶.
- ▶ Talassèmia: grup de malalties en les quals es produeix un defecte en la síntesi d'hemoglobina.
- ▶ Mieloma: tumor compost per cèl·lules de la medul·la òssia.

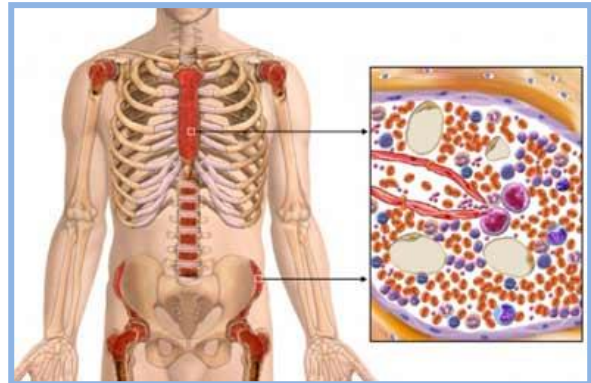
⁴ La medicina regenerativa és una branca biomèdica que té per objectiu el guariment de malalties anormals a causa del mal funcionament de determinades cèl·lules, teixits o òrgans, reemplaçant-los per teixits o òrgans immunològicament compatibles al pacient.

⁵ L'hemoglobina són els glòbuls vermells.

⁶ Els limfòcits són un tipus de glòbul blanc.

- ▶ Síndrome mieloproliferatiu: patologies en les quals es dona una proliferació descontrolada de cèl·lules immadures de la medul·la òssia.

La teràpia que es realitza per guarir la malaltia o millorar la qualitat de vida de les persones que la pateixen es basa en el trasplantament de medul·la òssia. Aquest consisteix a reemplaçar la medul·la òssia danyada o destruïda per cèl·lules mare de medul·la òssia sanes.



*Fig.10 . Localització de la medul·la òssia.

En el primer apartat, he explicat molt superficialment qui i quan va ser el primer en realitzar aquest tipus de trasplantaments, bé, ara ampliarem la informació.

A la dècada dels anys 50 s'havien realitzat trasplantaments de medul·la òssia en ratolins que tenien leucèmia. En aquella època era una malaltia incurable. Les investigacions no passaven a practicar-se en humans per por de matar el pacient. Al 1958 a George Mathé se li va presentar l'oportunitat de provar el tractament en cinc persones per causa d'un accident nuclear; no va tenir èxit: van morir per rebuig immunològic i perquè els sotmetia a radicions, ja que, era l'era nuclear i es pensava que: "Si el Geni Nuclear podia matar també podia salvar vides".

Cinc anys més tard va tenir èxit "suposadament" en fer aquest trasplantament en un altre pacient. El seu èxit és dubtós perquè mesos després va morir.

Es considera que el primer trasplantament realitzat amb èxit va ser al 1968 per el doctor Robert A. Good a un nen de quatre anys que patia una malaltia genètica del sistema immunològic.

A partir de l'aprovació i la implantació d'aquest trasplantament, es va estudiar quines malalties es podrien curar fins a l'actualitat, on es poden tractar les malalties que he especificat abans.

Avui dia existeixen tres classes de trasplantaments de medul·la òssia on entren en joc les cèl·lules del cordó umbilical:

- ▶ Autotrasplantament de medul·la òssia: S'agafen i s'emmagatzemen cèl·lules mare de la medul·la òssia abans de realitzar un tractament amb radioteràpia o quimioteràpia. Quan s'ha acabat de realitzar aquestes teràpies s'afegeixen les cèl·lules novament en el cos.
- ▶ Alotrasplantament de medul·la òssia: s'extrauen les cèl·lules mare d'un donant que la majoria de vegades és necessari que sigui parcialment compatible genèticament amb el pacient, solen ser germans o familiars.
- ▶ Trasplantaments de sang del cordó umbilical: s'extreuen les cèl·lules del cordó umbilical d'un nounat i s'emmagatzemen fins que es necessitin.

L'existència de cèl·lules mare en el cordó umbilical no es va descobrir fins el 1978 i no va ser fins el 1988 que es va realitzar el primer trasplantament amb èxit a una persona que patia anèmia de Fanconi⁷.

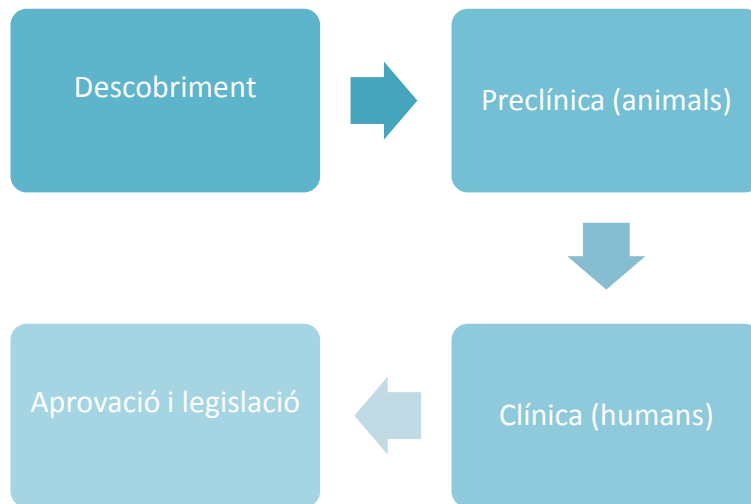
Per això, ara “està de moda” guardar el cordó umbilical, es poden guarir malalties greus de familiars directament emparentats o en alguns casos llunyans que d'una altra manera no tindrien cura.

També des de fa vint anys es realitzen en teràpia cel·lular trasplantaments de pell i còrnia.

3.3. Com s'implanta una teràpia?

La ciència és lenta perquè a l'hora d'establir una teràpia nova s'han de superar diverses etapes que es mostren en la següent figura (11):

⁷ L'anèmia de Fanconi és una malaltia hereditària que crea mutacions en determinats gens; pot provocar càncers o defectes congènits.



**Fig. 11. Procés d'implantació de teràpies.*

La implantació de teràpies cel·lulars a nivell mèdic està determinada per unes lleis molt estrictes en aquest sentit, el propòsit de les quals és garantir la seguretat del pacient, que aquest tingui tota la informació necessària, que les propostes siguin favorables i en ambients controlats.

Hi ha comissions i agències que s'ocupen de fer complir les lleis com per exemple: les teràpies que es realitzen a partir de cèl·lules mare embrionàries han de ser aprovades per la Comissió de seguiment i revisió. Aquesta revisarà cas per cas que es compleixi la legislació. Per controlar la bona tasca de les clíniques que estan realitzant assajos clínics en persones, es va crear l'Agència espanyola del medicament.

Tota investigació efectuada en éssers humans té la finalitat de determinar els efectes clínics i identificar reaccions adverses de diversos tractaments per determinar la seva seguretat i eficàcia.

La majoria dels tractaments d'avui dia es troben en la fase clínica; normalment es divideix en dos: la fase I i la fase II. En la fase I es forma un grup de 20 a 30 persones i en la fase II, si el tractament està oferint bons resultats, s'augmenta el grup considerablement en més de 50 persones (el número de persones varia segons el tractament).

És un procés molt llarg on s'avaluen estrictament la seguretat i l'eficàcia dels tractaments en humans. Pot durar de 10 a 15 anys aproximadament.

3.4. On està la dificultat per obtenir teràpies efectives?

A l'hora de crear teràpies cel·lulars a partir de cèl·lules mare han de tenir en compte diversos factors perquè aquesta sigui efectiva i no provoqui problemes en el pacient.

Un d'aquests factors és que poden provocar tumors. D'aquest procés se'n diu oncogènesi. Aquest procés es caracteritza per la proliferació incontrolada de cèl·lules parcialment indiferenciades; aquestes generen una massa de teixit que es manté descoordinada amb la resta de l'organisme, altera les funcions vitals i pot acabar provocant-ne la mort. Abans d'implantar aquestes cèl·lules en un organisme s'han de diferenciar correctament i completament, però encara no es pot fer perquè s'està investigant.

Un altre problema que presenten és que si tu prèviament no has encaminat les cèl·lules mare perquè es diferenciïn en el tipus de cèl·lules, òrgan o teixit⁸ que vols, no pots garantir que on vulguis cèl·lules de pulmó es diferenciïn en cèl·lules de cor o en teixits cancerígens, és a dir, teratomes, cosa que a la llarga seria mortal per a l'organisme.

Aquests dos factors passen sobretot amb les cèl·lules mare embrionàries i les iPS, ja que són les més indiferenciades.

Però utilitzar cèl·lules mare embrionàries encara presenta un altre problema: l'obtenció d'embrions. Per investigar, se'n necessiten molts i no és fàcil aconseguir-los per temes ètics. En el nostre país en concret la legislació vigent dóna llibertat dins d'uns límits, però en altres no es pot practicar aquests tipus de recerca com en Dinamarca o en Àustria. En la següent imatge (fig.12) podem veure com es troba la legislació amb cèl·lules mare embrionàries actualment al món.

⁸La utilització de teixits o òrgans per transplantaments fabricats a partir de cèl·lules mare al laboratori no pertany a la branca de la teràpia cel·lular, sinó a la del clonatge terapèutic que es troba en fase experimental.



*Fig. 12. Legislació de les en vers les cèl·lules mare a nivell mundial

Les cèl·lules mare adultes, per una altra banda, presenten el seu propi conflicte: la seva baixa capacitat de proliferació, com ja hem dit, necessiten molt de temps; és el que dificulta la creació de teràpies a partir d'aquestes.

Encara fa falta molta recerca, però, actualment, hi ha un gran nombre d'investigadors treballant en aquests conflictes i estan obtenint molt bons resultats.

3.5. Teràpies a prova:

Actualment, com ja hem vist, no hi ha gaires tractaments practicats rutinàriament a les clíniques i estan limitats als trasplantaments de la medul·la òssia i a la utilització del cordó umbilical, però trobem molts tractaments que estan en la fase clínica fent assajos amb humans per corroborar la seva eficàcia. S'estan obtenint molt bons resultats, per tant, segurament en pocs anys s'aplicaran regularment.

A continuació, coneixerem alguns d'aquets futurs tractaments:

- ▶ Gràcies a la tecnologia 3D, d'aquí a deu anys més o menys es podran fabricar òrgans a partir de les cèl·lules mare, de fet, ja s'estan creant al laboratori prototips de ronyons, pell, ossos, cor... S'han trasplantat bufetes experimentalment a persones amb bons resultats. Els òrgans, els fabriquen a partir d'una impressora 3D⁹ i material biològic com les cèl·lules mare.



**Fig.13. Impressora 3D biològica.*

- ▶ Lligat amb el primer punt trobem el primer trasplantament d'una tràquea totalment igual a la del pacient implantada amb èxit que es va realitzar a Suècia. La tràquea es va crear al laboratori en una universitat d'Estats Units. A partir de les mesures realitzades amb mètodes d'imatges no invasius van fabricar un motlle i sobre aquest van posar les cèl·lules mare del pacient. En 36 hores, la tràquea estava completament formada. Posteriorment, la van trasplantar. El pacient que presentava un càncer de tràquea molt avançat cinc mesos després portava una vida completament normal. Aquesta possibilitat de regeneració d'òrgans sembla ser que permetrà regenerar estructures senzilles com la tràquea i parts d'òrgans complexos com el cor o els ronyons, però no sencers.

⁹ Les impressores 3D són eines capaces de crear peces o objectes en 3D a partir de plans virtuals i materials.



**Fig.14. Còpia de la tràquea que es va implantar al pacient.*

- ▶ A Espanya entre les clíniques privades predomina l'aplicació experimental de cèl·lules mare per al tractament de lesions i malalties del genoll, a causa que els problemes d'articulacions de genoll són molt freqüents entre la població. En aquestes teràpies s'utilitzen cèl·lules mare adultes o cèl·lules mesenquimals¹⁰ extretes del mateix pacient. Diversos estudis s'estan efectuant per assegurar la seva seguretat i els seus beneficis. Els resultats d'alguns que ja s'han fet són diversos: en grups de poques persones o casos individuals, han notat una certa millora i, en grups més grans, han demostrat la seva seguretat a termini mitjà.
- ▶ Als Estats Units, en concret, en Geòrgia han fet un assaig clínic en dinou persones en què han utilitzat una tècnica per guarir l'alopecía. La tècnica consistia a agafar pell del cap de zones on no hi hagi aquesta afecció; s'aïllen cèl·lules capaces de regenerar nous fol·licles capil·lars i formen un brou de cultiu; posteriorment, és injectat sota la pell i amb el temps teòricament el pèl creixerà. No han obtingut grans resultats, però són bons i esperançadors.

¹⁰ Les cèl·lules mesenquimals provenen del teixit de l'organisme embrionari.

- En alguns hospitals universitaris d'Andalusia, entre els quals es troben l'Hospital Universitari Reina Sofia, l'Hospital Universitari Carlos Haya, l'Hospital Universitari Virgen del Rocio i l'Hospital Universitari Virgen Macarena, s'estan realitzant una gran varietat d'assajos clínics, alguns dels quals són:

Malaltia i nom assaig	En què consisteix?
Miocardiopatia dilatada ¹¹ . "Efecte de la infusió intracoronària de cèl·lules progenitores en pacients amb miocardiopatia dilatada. Estudi clínic biològic."	Participen trenta pacients amb aquesta malaltia que són tractats amb teràpia cel·lular basada en cèl·lules mononucleades autòlogues ¹² de medul·la òssia.
Infart de miocardi. "Regeneració miocàrdica després de implantació intracoronària de cèl·lules mare autòlogues de medul·la òssia en pacients amb infart agut de miocardi de localització anterior".	Participen trenta pacients amb aquesta malaltia que són tractats amb teràpia cel·lular basada en cèl·lules mononucleades autòlogues de medul·la òssia.
Cardiopatia isquèmica crònica ¹³ . "Assaig clínic fase II sobre l'efecte de la Infusió intracoronària de cèl·lules mononucleades de medul·la òssia sobre la recuperació funcional en pacients amb infart crònic anterior i depressió severa de la funció ventricular esquerra".	Participen un total de vint pacients tractats amb teràpia cel·lular basada en cèl·lules mononucleades autòlogues de medul·la òssia.
Esclerosi múltiple. "Assaig clínic multicèntric fase I/II aleatoritzada i controlada amb placebo, per avaluació de seguretat i facilitat de la teràpia amb dos dosis diferents de	Participen trenta pacients que són tractats amb teràpia cel·lular basada en cèl·lules mesenquimals autòlogues de teixit adipós.

¹¹ Malaltia caracteritzada per una hipertròfia i dilatació progressiva del cor.

¹² Autòloga vol dir que són del propi pacient.

¹³ Cardiopatia isquèmica és una designació genèrica per un conjunt de trastorns relacionats; es produeix un desequilibri entre el subministrament d'oxigen i substrats amb la demanda cardíaca.

cèl·lules troncales mesenquimals autòlogues de teixit adipós en pacients amb esclerosi múltiple secundàriament progressiva, que no responen adequadament als tractaments registrats”.

Ictus. “Estudi obert amb avaluador cec de l’eficàcia de les cèl·lules mononuclears autòlogues de medul·la òssia en la regeneració cel·lular en pacients amb ictus isquèmic agut de la ACM”

Participen un total de vint pacients tractats amb teràpia cel·lular basada en cèl·lules mononucleades autòlogues de medul·la òssia.

4. PART EXPERIMENTAL:

Tal com diu el nom, en aquesta part entra tota la part pràctica del treball que està dividida en tres: una visita a un centre d'investigació, una entrevista a un professional i una petita investigació per Internet.

La possibilitat d'anar al centre d'investigació va sorgir quan mitjançant una recerca per Internet de les possibilitats que tenia de fer pràctiques en algun lloc dedicat a l'estudi amb cèl·lules mare, vaig anar a parar al web d'aquest centre on hi havia una petita explicació del que es faria en la visita. Com que ens va interessar, vam omplir el formulari que demanaven per poder participar i, al cap d'uns dies, ens van informar que m'havien agafat.

L'entrevista, la vaig poder fer gràcies al fet que la meva professora va conèixer a l'investigador a les reunions de Selectivitat i ens va posar en contacte i, a continuació, la tercera part, la vaig fer a partir d'una proposta que ens va donar ell mateix.

4.1. Centre d'investigació:



El passat dia 28 de juny, juntament amb companys d'altres instituts se'ns va oferir l'oportunitat de participar en el programa *regeneraTor* amb el qual podríem visitar un centre especialitzat en medicina regenerativa el CMR[B]. Per entrar, vam haver d'omplir un formulari on ens demanaven que poséssim deu preguntes i, així, ells podrien orientar la xerrada segons totes les preguntes que els van enviar tots els assistents. Les que vam enviar nosaltres eren:

- ▶ Quins són els tipus de teixits que s'accepten en les donacions?
- ▶ Com funciona la donació de teixits i cèl·lules per a teràpies cel·lulars?
- ▶ Quines han de ser les característiques del donant?
- ▶ Quines conseqüències té la donació per als donants?
- ▶ Com funciona el banc de teixits per a teràpies substitutives?
- ▶ En quines condicions s'han de conservar aquests teixits o òrgans?
- ▶ Com es tornen a reactivar les cèl·lules mare?
- ▶ Quines són les teràpies amb cèl·lules mare ja consolidades?

- ▶ Quina és la més practicada?
- ▶ Quines interferències poden tenir algunes institucions amb aquest tipus d'investigació?

Com podeu veure, el tema del treball ha diferit bastant del que anava a ser en un principi. Inicialment, volíem orientar-lo en el que seria la donació de teixits i òrgans per a teràpies substitutives i investigar el tema ètic que envolta les cèl·lules mare, però després, gràcies a David Bueno li vam donar un tomb al treball i es va dirigir cap el que podeu veure: la investigació de les teràpies que s'ofereixen actualment i les possibles de futur, i les clíniques que estan cometent frau utilitzant el "boom" de les cèl·lules mare.

4.1.1. Què és?

El centre de medicina regenerativa de Barcelona, CMR[B] és un centre de recerca que s'encarrega d'investigar amb cèl·lules mare, la regeneració i el desenvolupament embrionari. Es troba integrat a l'edifici del Parc de Recerca Biomèdica de Barcelona (PRBB).



**Fig. 15. PRBB (edifici on es troba el CMR)*

4.1.2. Missió:

A partir de l'aprovació de la nova llei de reproducció assistida el novembre del 2003 es va fer possible investigar a Espanya amb embrions humans congelats i amb les cèl·lules mare derivades dels mateixos. A més a més, es va aprovar la creació de tres centres amb l'objectiu de poder investigar amb aquests:

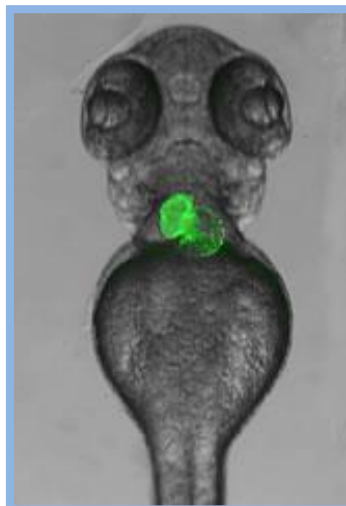
- ▶ Catalunya (CMRB)
- ▶ Andalusia (CABIMER)
- ▶ València (Centro de Investigación Príncipe Felipe)

El CMR[B] té la missió bàsica d'investigar amb cèl·lules mare embrionàries humanes, com també amb diferents models d'animals, amb la finalitat de conèixer: els mecanismes del desenvolupament inicial embrionari, l'organogènesi i la seva aplicació en la medicina regenerativa.

4.1.3. Projectes en curs:

Actualment, els investigadors del CMR[B] estan realitzant deu projectes per a la investigació amb cèl·lules mare i la regeneració. Alguns exemples són:

- ▶ Determinants cel·lulars i moleculars de la regeneració del cor del peix: estan utilitzant experiments de micromatriu per tal d'analitzar el perfil transcripcional del cor de peix zebra¹⁴ en diferents estadis de la regeneració. Alhora tracten d'esbrinar si a partir de les vies de gens i senyals que s'associen amb la regeneració del cor del peix zebra es podria utilitzar per millorar la resposta regenerativa del cor dels mamífers.



*Fig.16. Peix zebra transgènic¹⁵.

¹⁴ El peix zebra comparteix amb els humans prop de 80% dels gens i és tan important en medicina regenerativa perquè posseeix la capacitat de regenerar-se la cua i el cor.

¹⁵ Transgènic vol dir que està genèticament modificat.

- ▶ Diferenciació primerenca de cèl·lules mare humanes en llinatges mesodèrmics¹⁶: utilitzant línies de cèl·lules mare humanes transgèniques intenten caracteritzar els mecanismes cel·lulars i moleculars encarregats de regular els passos inicials de la condició de mesoderms en les cèl·lules embrionàries humanes.
- ▶ Diferenciació de cardiomiòcits de cèl·lules mare humanes i de ratolins: gràcies a la utilització de l'expressió d'informació fluorescent que expressen les cèl·lules mare humanes transgèniques sota el control de cardioespecífics primerencs i tardans estan intentant descobrir els mecanismes moleculars que regulen la diferenciació cel·lular de cèl·lules mare humanes en llinatges de cardiomiòcits.

4.1.4. La visita:

La visita incloïa una petita conferència a mans d'una investigadora del centre, la doctora Montserrat Barragán, la qual és llicenciada en biologia i, en aquests moments, el seu objectiu principal dins el CMR[B] és l'estudi de la reprogramació de les cèl·lules somàtiques en cèl·lules iPS, pel desenvolupament d'estratègies futures que permetran un examen més detallat de la regeneració de les cèl·lules mare musculars i cardíques.

La visita va consistir en una presentació del centre, una petita introducció en el món de les cèl·lules mare, una ronda de preguntes i, per últim, vam poder fer un recorregut per algunes de les sales del centre. Les sales que vam poder veure són les següents:

- ▶ Sala de cultius cel·lulars: els investigadors que s'ocupen d'aquesta sala s'encarreguen del manteniment dels cultius cel·lulars.
- ▶ Sala de criogènia: és on es troben els dipòsits i tancs amb les mostres. Les cèl·lules mare es conserven en una nevera a -74°C ; quan es volen utilitzar, es treuen i es reactiven soles.
- ▶ Sala de ultracentrifugació: és una sala utilitzada per separar molècules.

¹⁶ En llinatges mesodèrmics vol dir que treballaran amb cèl·lules mare procedents de cèl·lules d'una de les capes inicials dels embrions (el mesoderma).



**Fig. 17. Centrifugadores*

- ▶ Unitat d'animals aquàtics en experimentació: en aquest laboratori investiguen amb uns animals aquàtics anomenats peixos zebra. Tenen la capacitat de regenerar teixits i, fins i tot, òrgans sencers durant tota la vida. Característica en la qual estan interessats els investigadors per tal de poder entendre el procés regeneratiu.
- ▶ Sala obscura: la funció d'aquesta és la revelació de filtres que contenen informació proteica. En aquesta sala només hi pot haver un tipus de llum si no els filtres es farien malbé .
- ▶ Sala de cuina o "kitchen room": és on els investigadors fan les preparacions per als seus cultius.

4.2. Coneixem un especialista:

Per poder conèixer informació de primera mà sobre les cèl·lules mare, vam pensar que no hi havia res millor per fer-ho que realitzant una entrevista a un especialista i, així ho vam fer; ens vam posar en contacte amb David Bueno i Torrens, i al mes d'octubre vaig tenir l'oportunitat de fer-li una entrevista. Aquesta està recollida als annexos (annex 3).



**Fig.18. David Bueno*

David Bueno i Torrens (Barcelona, 1965) és doctor en biologia, especialista en genètica i en biologia del desenvolupament. Actualment, està treballant a la Universitat de Barcelona (UB) com a professor i investigador de genètica, i és membre del Centre de Estudis i Recerca en Conflictologia (CREC) de la Universitat Oberta de Catalunya. En el 1983 va estudiar biologia a la Universitat de Barcelona, on també es va especialitzar en genètica i, durant dos anys fou professor associat. Més tard al 1994 va ser investigador postdoctoral en el departament de bioquímica a la Universitat d'Oxford i durant quatre anys fou professor associat a la Universitat de Barcelona. A partir del 2000, com hem vist abans, és professor i investigador de la UB i coordinador de la Selectivitat.



*Fig. 19. *L'enigma de la llibertat*

Ha publicat més de cinquanta articles científics especialitzats i diversos llibres de divulgació, entre els quals trobem “Òrgans a la Carta”, “Gens i genoma” i “L'enigma de la llibertat”. Per aquest últim llibre li van atorgar el “Premi europeu de divulgació científica” en el 2010 als Premis Literaris Ciutat d'Alzira. Els seus dos últims llibres publicats són del 2012 i es titulen: “*Per a què serveix el sexe i 100 controvèrsies de la biologia*”. “*Cada cop més forts, més guapos i intel·ligents*”.

Ell va ser qui ens va donar la idea de fer una recerca sobre les clíniques d'arreu del món que cometien frau.

A partir d'aquesta nova informació, vaig utilitzar una nova pregunta per continuar amb el treball que es troba en l'apartat 4.3.

4.2.1. L'entrevista:

Per començar, què són les cèl·lules mare?

Les cèl·lules mare són un tipus especial de cèl·lules caracteritzades perquè es reproduïxen, mentre que les cèl·lules madures ho tenen molt més limitat. Dins de les cèl·lules mare hi ha dos grans tipus:

Les cèl·lules mare de teixit són unes cèl·lules que es troben en totes les persones i que proliferen, o sigui, es reproduïxen, i quan toca es diferencien en cèl·lules del teixit al qual pertanyen. Són les que van substituïnt les cèl·lules danyades de dit teixit.

Després hi ha les cèl·lules mare embrionàries que es troben en els embrions i proliferen molt. Són capaces de donar qualsevol cèl·lula de l'organisme.

Aquests dos tipus de cèl·lules són les més importants en la investigació. Quines són les més favorables?

Les dues tenen avantatges i inconvenients.

Les cèl·lules mare embrionàries tenen l'avantatge de poder generar qualsevol cèl·lula i, per tant, si fa falta teixit o una part d'un òrgan per una cremada a la pell o un òrgan danyat. Sigui quin sigui el tipus de cèl·lula que faci falta, es podrà obtenir quan es conegui com fer-ho. El problema és que cal utilitzar embrions i, això té un component ètic intrínsec. El segon és que vindrien d'embrions genèticament diferents del pacient que les necessita, o sigui, tindries el teixit o òrgan escaient, però hi hauria rebuig immunològic.

Per contra, amb les adultes ens evitaríem el rebuig immunològic perquè provindrien del mateix pacient. Però, estarien limitades a convertir-se en les cèl·lules del teixit que l'obliga. De tota manera hi ha algunes cèl·lules de teixit que són una mica més versàtils, com les cèl·lules mare hematopoètiques de la sang: poden donar més "coses" que la sang; d'aquí ve la importància de les cèl·lules mare del cordó umbilical. El gran problema és tenir-ne quantitat suficient, perquè proliferen, però no tan ràpid com caldria.

Aquí és on entren en joc les cèl·lules mare pluripotents induïdes (premi Nobel d'enguany). Han aconseguit agafar cèl·lules adultes d'una persona que s'anomenen fibròcits¹⁷, en concret, fibroblasts. Activant quatre gens molt concrets han aconseguit que perdin la desdiferenciació de fibroblasts i es converteixin en cèl·lules mare molt semblants a les embrionàries. Reuneixen les propietats bones de les embrionàries i les de teixit: es reproduïxen com

¹⁷ Els fibròcits són cèl·lules de farciment. La seva funció és omplir els espais buits entre òrgans.

una embrionària, es poden convertir en qualsevol “cosa”, no produeixen rebuig perquè són del propi pacient i no cal destruir un embrió.

Què és la teràpia cel·lular?

Consisteix a agafar qualsevol d'aquestes tres cèl·lules: cèl·lules mare adultes, embrionàries o iPS, per diferenciar-les en aquelles cèl·lules o teixits que necessita un pacient i curar-lo amb cèl·lules vives.

Bàsicament, la idea és que, per exemple, quan una persona es crema una part del cos és molt important cobrir la zona ràpidament perquè la pell evita que entrin bacteris i la pèrdua d'aigua. El procediment seria agafar pell d'una altra part, tallar-la, estirar-la i enganxar-la però, si és un tros molt gros no es pot. Aleshores es fabricaria una pell a partir de cèl·lules de persona.

Existeix actualment alguna altra teràpia cel·lular?

De forma regular, no. Encara estan en fase de proves. Per a qualsevol de les teràpies es necessiten una sèries de proves. La primera és que funcioni amb animals i la segona amb persones vives i senceres. En alguns casos estan a la primera fase, encara es necessita molt temps.

Per tant, clíniques d'arreu del món que diuen que estan utilitzant teràpies cel·lulars per curar malalties en realitat fan frau?

Sí, és fals. No n'hi ha cap que estigui aprovada per l'ús rutinari. N'hi ha a Alemanya i a Rússia, però a mi em faria més por que no pas una altra cosa.

Què fan realment? Donen algun benefici o és per l'efecte placebo?

Efecte placebo segur que n'hi ha, qualsevol medicament el té. Poden fer alguna cosa, és possible, però el problema és que si no han seguit tots els passos establerts poden comportar-te moltes més complicacions que no pas beneficis. És com el mètode científic: calen unes condicions controlades, uns controls, una sèrie de condicions; sense això no pots assegurar que vagi bé.

La utilització de la teràpia cel·lular es troba en un futur llunyà o proper?

Això costa molt de dir, perquè qualsevol dia pot aparèixer una tècnica nova que ho revolucioni tot, com en el cas de les iPS, perquè fins aleshores es treballava amb cèl·lules mare embrionàries als països on la llei permet fer-ho en determinades situacions o amb cèl·lules mare de teixit adult. No sabem què ens espera demà; jo ho situo en un punt mitjà, que vol dir: deu o quinze anys.

Quines podrien ser les futures teràpies?

Per a qualsevol malaltia que sigui deguda al fet que les cèl·lules no funcionin bé. Per exemple, el virus de l'hepatitis C que fa malbé el fetge, la teràpia consistiria a treure'l i ficar-ne un altre prèviament fabricat; no serà com un fetge però sí serà un grup de cèl·lules que funcionaran de forma semblant al fetge, Podria servir també per accidents, una cremada, una trencada, alguna cosa semblant, fins i tot, pot ser, per malalties degeneratives (les cèl·lules deixen de funcionar bé) o en infarts.

Per últim, estàs treballant actualment en alguna investigació?

Estic treballant en el sistema nerviós. El que fem és bàsicament investigar dos problemes de les malalties neurodegeneratives.

Un d'ells és que si tu fas teràpia cel·lular has d'introduir cèl·lules dins d'un cervell sense saber quines connexions neuronals faran. El cervell funciona perquè té unes cèl·lules connectades d'una manera determinada i si fem cèl·lules noves per suplir les que han mort es connectaran com els semblen bé a elles, no com tu voldries.

Una alternativa és que siguin les pròpies cèl·lules mare del cervell (són poques, però n'hi ha algunes) les que supleixin les que es van morint. El problema és que moltes estan inactives. La idea és que en els embrions aquestes cèl·lules mare estan actives perquè s'ha de fer un cervell nou. El nostre propòsit és veure quines molècules són les que activen les cèl·lules mare embrionàries per veure si les podem utilitzar per activar les cèl·lules mare del cervell i que elles soles facin la seva feina.

4.3. A la recerca del frau per Internet:

Les preguntes fetes inicialment i la realització dels apartats anterior em van portar a l'última pregunta seguida d'unes hipòtesis. Són aquestes:

Llavors, què estan oferint algunes clíniques? Potser es tracta de frau. Pot ser el nivell de frau és elevat.

No hi ha més desesperació quan t'informin d'una malaltia molt greu o terminal a tu o alguna persona de la teva família, sense cap tipus d'esperança. Avui dia les cèl·lules mare són, la que sembla, la solució més prospera perquè aquestes persones tinguin una oportunitat de sobreviure. Però, encara no existeix el miracle de les cèl·lules mare.

Els estafadors intenten donar solucions i esperança quan la ciència encara no pot. En els seus fulls web donen informació sobre què poden i no poden fer les cèl·lules mare quan la ciència encara no ha avalat. Els ofereixen solucions que per altres mitjans no podrien trobar; com que creuen que no tenen res a perdre les accepten. La realitat és que hi ha més probabilitats de patir complicacions que d'aconseguir algun benefici. A continuació, un cas que va acabar de la pitjor de les maneres:

L'any 2006 un pacient que patia nefritis lúpica¹⁸ va sotmetre's a un tractament en una clínica privada. El tractament consistia a injectar-li cèl·lules mare hematopoètiques del pacient directament al ronyó. Mesos després havia desenvolupat un gran tumor al ronyó i en altres zones com el fetge i les glàndules suprarenals.¹⁹

Existeixen centenars de clíniques arreu del món poc regulades que ofereixen tractaments com aquest que no estan provats per la ciència. La meca d'aquestes pràctiques són a la Xina i Tailàndia.

¹⁸ Nefritis lúpica: malaltia en què el sistema immunitari ataca els ronyons.

¹⁹ Referència: CYRANOSKI, David. "Strange lesions after stem-cell therapy", dins revista *en línia Nature* (2010) → Annex 1.

4.3.1. Qui s'encarrega de frenar les clíniques?

La Societat Internacional d'Investigació en cèl·lules Mare (ISSCR) és una organització creada en 2002 per promoure i fomentar l'intercanvi i divulgació d'informació i idees relacionades amb cèl·lules, i promoure la educació de professionals i del públic. Hi participen científics o clínics seleccionats a partir del seu càrrec professional.

Al 2010 es van reunir a San Francisco 4.000 persones d'ISSCR al Moscone Centre per posar-se al dia ma els seus resultats i discutir sobre la investigació amb cèl·lules mare.

Quan es van començar a difondre aquestes clíniques van promoure una iniciativa creant aquest full web: <http://www.closerlookatstemcells.org>. L'objectiu d'aquesta web era i és: oferir unes pautes als pacients, per tal de saber escollir el tractament i la clínica idònia. Permeten enviar adreces de webs de clíniques que afirmen fer tractaments amb bons resultats i les sotmeten a una rigorosa investigació per tal de tancar-les si cal.

4.3.2. La veritat:

Segons el web de l'apartat anterior, hi ha deu aspectes rellevants que hem de tenir en compte sobre els tractaments amb cèl·lules mare. La següent informació pretén corregir el que afirmen aquestes pàgines que, no està avalat per la ciència.

Com hem vist anteriorment, existeixen diferents tipus de cèl·lules mare. El seu origen pot estar en diverses parts del nostre cos o poden haver estat originat en diferents moments de la nostra vida. El nostre cos conté cèl·lules mare específiques de teixit que no gaudeixen d'un potencial il·limitat i el seu principal objectiu és produir el tipus de cèl·lules del teixit del que provenen, per això, una cèl·lula de la pell no produirà mai una cèl·lula neuronal, cosa que fa que no és probable que es pugui utilitzar un únic tipus de cèl·lula per tractar múltiples malalties.

“Aneu amb compte amb les clíniques que ofereixen tractaments amb cèl·lules mare que s'originen en una part del cos diferent de la part que rebrà el tractament.”

Una única cèl·lula no pot tractar diferents malalties no relacionades com la diabetis o l'Alzheimer. Cadascuna està determinada per complir una funció específica en el cos i no poden esdevenir unes altres. Algun dia es podran utilitzar cèl·lules mare per guarir aquestes malalties com per exemple les embrionàries, però encara no es coneixen les tècniques adients per a fer-ho i no es poden injectar directament als pacients perquè hi hauria risc de tumors i no seria probable que produís algun benefici.

“L'oferta de tractaments contra nombroses malalties mitjançant l'ús d'un únic tipus de cèl·lula és un indicatiu important que aquesta clínica no pot ser creïble.”

La realitat és que poques són les malalties que estan considerades segures i efectives per la comunitat mèdica. El tractament més utilitzat és el trasplantament de cèl·lules mare sanguínies per tractar malalties del sistema immunitari i de la sang, o restablir el sistema sanguini després d'un càncer. També es poden solucionar algunes malalties o lesions òssies, de la pell i la còrnia però, això, és tot de moment.

No hem de creure la gent que digui que les cèl·lules mare el van ajudar, perquè no significa que sigui així. Existeixen raons per les quals aquestes persones podrien sentir-se millor: l'efecte placebo, altres tècniques que s'ofereixen amb el tractament com un canvi en la dieta o l'ús de medicació. Les clíniques poden fer que una persona se senti millor sense necessitat d'utilitzar cèl·lules mare.

“Aneu amb compte amb les clíniques que mesuren o divulguen els resultats prenent com a principal referència els testimonis dels pacients.”

El principal motiu pel qual porta temps desenvolupar un tractament és que la ciència és lenta, és un procés llarg i complex. Trobem un esquema amb les etapes en l'apartat 3.3.

Un dels grans obstacles en el desenvolupament de tractaments efectius amb cèl·lules mare és aconseguir que un cop implantades no es diferenciïn en una

altra cèl·lula no desitjada. Encara s'investiga com dirigir les cèl·lules per tal que es converteixin en la cèl·lula desitjada i com és la millor manera d'implantar-les.

“Aneu amb compte amb les afirmacions que sostenen que les cèl·lules mare coneixeran, d'alguna manera, on anar i què fer per tractar una malaltia específica.”

Que les cèl·lules siguin provinents del nostre cos no significa que siguin segures. Els procediments mèdics comporten riscos. Quan aquestes abandonen l'organisme poden estar exposades a patir manipulacions que podrien modificar les característiques de les cèl·lules com perdre la capacitat d'especialitzar-se en el tipus de cèl·lules que es necessita o també poden introduir infeccions o malmetre el teixit on s'injecten quan es produeix el procediment per extraure-les o injectar-les.

Aquestes clíniques afirmen que les cèl·lules mare podran tractar algunes malalties que no poden fer altres mitjans. És fàcil que la gent pensi que no perd res per provar-ho, però existeixen riscos molt reals de patir qualsevol tipus de complicació, sense comptar amb els elevats costos econòmics.

Una altra cosa que hem de vigilar és que un procediment sigui experimental no significa que formi part d'un estudi d'investigació o d'un assaig clínic.

“Aneu amb compte amb aquells tractaments costosos que no han passat, satisfactòriament, per la fase d'assajos clínics.”

La ciència relacionada amb les cèl·lules mare està en constant evolució i és molt prometedora. Cada dia milers de científics arreu del món investiguen amb elles sobre com es poden aprofitar completament i utilitzar-les per aprendre més, diagnosticar i tractar nombroses malalties.

“Som summament optimistes respecte al fet que algun dia comptarem amb tractaments amb cèl·lules mare per combatre nombroses malalties”.

4.3.3. Recerca a Internet:

Per conèixer millor el que està passant, he buscat en Internet pàgines fraudulentess. Els resultats són aquests:

Web	País	Clinica	Tractaments
www.drfelicianowong.com	Mèxic	Dr. Feliciano Wong Ortiz	Fan tractaments des d'aplicacions per al rejuveniment fins a problemes greus com és el Parkinson o la diabetis.
celltherapy.com.co	Colòmbia, Veneçuela i EEUU	Cell Therapy de Dr. David Contreras	<p>Gran varietat de teràpies en diversos temes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disfunció de les glàndules del sistema endocrí (hipotiroïdisme, trastorns menstruals, revitalització masculina...). - Malalties crònicodegeneratives (com cardiopatia coronaria i insuficiència cardíaca, Alzheimer, trastorns mentals...). - Malalties del sistema immunològic (com artritis reumatoide²⁰, asma bronquial, lupus eritematós o malaltia de l'home llop...). - Pediatria (subdesenvolupament dels òrgans sexuals, síndrome de Down, paràlisi cerebral infantil). - Revitalització general (deteriorament físic, esgotament físic, envelliment...).
www.paulniehans.ch	Suïssa	Clinique Paul Niehans	Tractaments antiedat (Antiage Immunoteràpia)
www.centromedicohilu.com	Espanya	Centro Médico Hilu	Es realitzen tractaments tant per cirurgia plàstica com per malalties, distròfies musculars, regeneració d'ossos...

²⁰ Malaltia caracteritzada pel fet de provocar inflamació crònica de les articulacions.

www.ecuadorcelulasmadre.com	Equador, Argentina i Perú	Dr. Luis Geffner	<ul style="list-style-type: none"> - Miocardiopaties (cor dèbil). - Lesions medul·lars. - Parkinson. - Stroke (hemorràgia cerebral). - ELA (esclerosi lateral amiotròfica) - Seqüeles de poliomielitis (malaltia que en la majoria dels casos provoca paràlisis). - Distròfies musculars. - Trastorns circulatoris de les cames. - Diabetis. - Disfunció sexual. - Cirrosi (malaltia del fetge). - Trastorns per vellesa.
www.terapiaregenerativa.com	Mèxic	Hospital Médica TEC 100	Ofereixen tractaments amb aplicacions cosmètiques, revitalitzants, odontològiques i terapèutiques (com Alzheimer, Parkinson...).
miestetica.net	Espanya	MiEstetica	Tractaments estètics.
www.elisees-stemcell.com	Alemanya	Elisses	No mostren la informació.
www.vistastemcell.com	Xina	Vista	<ul style="list-style-type: none"> - Pàrkinson. - Paràlisi cerebral. - Stroke. - Esclerosi múltiple.
www.internationalmedicaltreatment.com	Turquia	Internacional Medical Treatment	Malalties cardiovasculars, diabetis, lesions de medul·la espinal, càncer, tractaments d'estètica personal...

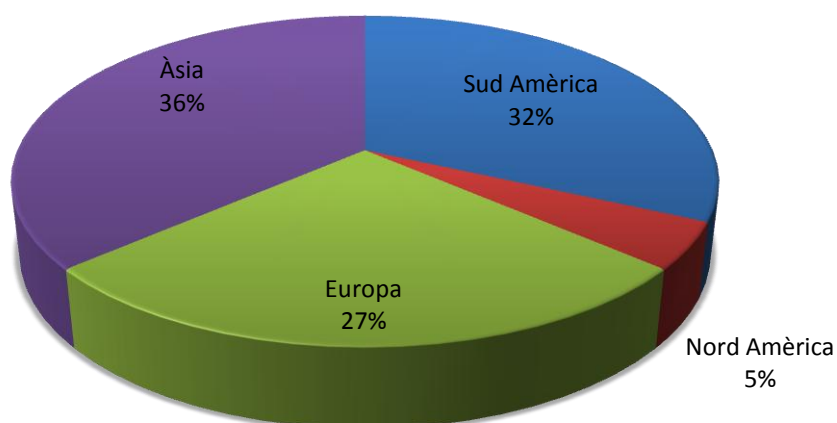
<i>www.puhuachina.com</i>	Xina	Bejiin Puhua International Hospital	<ul style="list-style-type: none"> - Malalties neurològiques: Pàrkinson, Atàxia ²¹, demència, Alzheimer, etc. - Diabetis. - Càncers. - Cirrosi. - Envelliments i artritis.
<i>www.unistemcells.com</i>	Xina, Corea, Rússia, Malàisia, Kazakhstan i Indonèsia	Wu Stem Cells Medical Center	Pàrkinson, esclerosi, paràlisi cerebral, lesions del cervell i medul·la espinal...
<i>www.clinicasanza.com</i>	Espanya	Clínica Sanza	Tractaments per a la revitalització

4.3.4. Els resultats:

Per tal de veure la informació més clara i analitzar la taula a nivell global he fet unes gràfiques per saber en quin continent predominen i quines són les teràpies que més ofereixen.

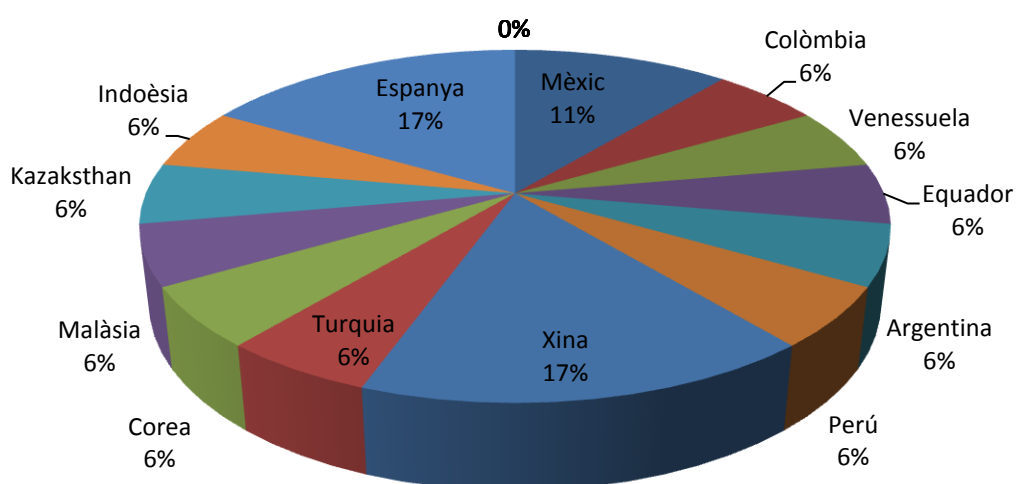
²¹ Malaltia que provoca descoordinacions en l'organisme.

Distribució de clíniques:



De les clíniques que he trobat a Internet, que eren 22, la majoria d'elles pertanyen a Àsia amb un 36%, però no per massa diferència perquè un 33% d'aquestes es troben a Sud Amèrica. He diferenciat entre Sud i Nord Amèrica perquè la diferència és molt gran. Per veure resultats més clars desglossaré aquesta gràfica en països.

Distribució de clíniques per països:



Abans he comentat que en estudis realitzats ha sortit que la meca d'aquestes clíniques estava en Xina i Tailàndia. En la meva recerca, els resultats, tal com veiem a la gràfica, ha sortit que on hi ha més clíniques que ofereixen

tractaments falsos és a la Xina i a Espanya. Per tant, podríem dir que se'ns confirma que a Xina està la meca, però hi ha uns factors que influeixen en aquest resultat, perquè ha sigut més fàcil trobar clíniques en el nostre país per motius d'idioma i, per això, potser hem trobat més clíniques a Espanya que no pas a altres països on abunden més. Espanya és un dels països on més regulat està l'ús amb cèl·lules mare, però aquest resultat del 17%, ens mostra que encara falta molt treball.

S'estan començant a prendre mesures en contra d'aquestes clíniques impulsades a Espanya amb el nom de "Resolució de Quito" per frenar el turisme de trasplantaments amb cèl·lules mare i el seu ús sense evidència demostrada a Llatinoamèrica.

"La publicitat enganyosa que proposa l'ús de les cèl·lules mare per tractaments fraudulents o l'efectivitat de la qual no ha estat comprovada científicament és un fenomen en augment que propicia el turisme de cèl·lules mare i la proliferació de centres que prometen curacions gairebé miraculoses.

La preocupació dels països iberoamericans, que veuen com el nombre de clíniques de teràpia cel·lular augmenta, ha estat la raó per la qual s'ha celebrat a Quito (Equador) una reunió per signar el compromís del Consell Iberoamericà de Donació i Trasplantament que estableix un marc jurídic per regular les activitats en aquesta matèria."²²

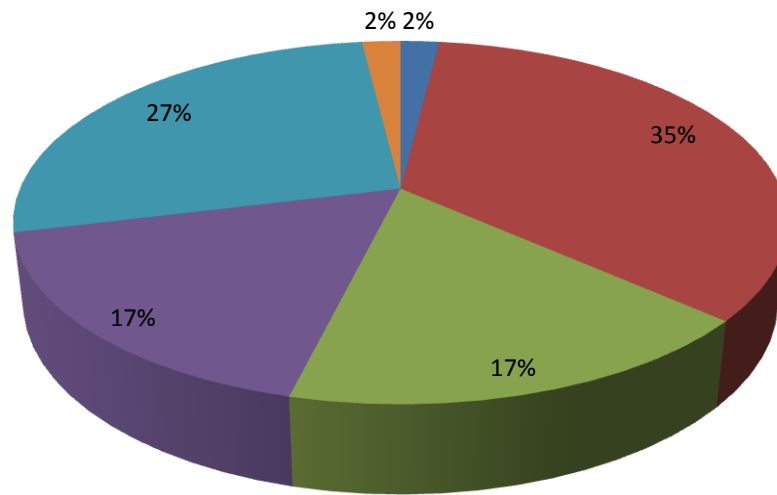
La següent gràfica és per veure quines són les malalties o afeccions predominants que tracten aquestes clíniques. Les he dividit en sis grans grups:

- ▶ Disfunció de glàndules del sistema nerviós: hipertiroïdisme, trastorns menstruals...
- ▶ Malalties cròniques degeneratives: cardiopatia coronària, Alzheimer, Pàrkinson...
- ▶ Malalties del sistema immunològic: asma bronquial, lupus eritematós, artritis reumatoide...

²² Aquests fragments estan extrets del web del programa de Telecincio "12 meses 12 causes". Tot el text o podeu trobar a l'annex 2.

- ▶ Pediatria: síndrome de Down, paràlisi cerebral infantil, distròfies musculars...
- ▶ Revitalització general: contra l'envelliment, l'esgotament físic...
- ▶ Regeneració d'ossos i pell.

■ Disfunció de glàndules del sistema nerviós:
 ■ Malalties cròniques degeneratives
■ Malalties del sistema immunològic
 ■ Pediatria
■ Revitalització general
 ■ Regeneració d'ossos i pell.



Per una banda, les malalties que semblen estar més lluny de trobar un tractament eficaç, perquè normalment estan relacionades amb òrgans molt complexos com és el cervell, són les que més ofereixen aquestes clíniques; les degeneratives amb un 35%. Per una altra banda, no sembla d'estranyar que els altres tractaments que més ofereixen siguin de revitalització, sobretot, estètica. No és d'estranyar perquè les indústries contínuament venen productes que no fan el que prometen i ara els ha arribat una oportunitat d'or amb el "boom" de les cèl·lules mare: l'oportunitat perfecta de poder treure'n un bon pessic.

5. CONCLUSIONS:

Dur a terme el treball no ha estat una tasca fàcil però, ha valgut la pena per tota la nova informació que he après sobre les cèl·lules mare. La pregunta que em vaig fer inicialment i les que em van sorgir a partir d'aquesta han estat respostes i, en general, satisfactòriament. Tot seguit, faré una síntesi d'elles.

“Hi ha teràpies consolidades actualment? Les intervencions que s’han realitzat amb elles què signifiquen? És, doncs, una medicina actual o del futur?”

Actualment, podem dir que hi ha poques teràpies consolidades. Com hem vist, només estan establertes les que impliquen la medul·la òssia i trasplantaments de pell i còrnia. No obstant, això no vol dir que la medicina regenerativa no tingui futur, de fet, moltes teràpies es troben en fase clínica com la fabricació de teixits i òrgans poc complexos.

El que més m’interessava, però era veure si algun dia es podrà considerar una medicina practicable o si es podran arribar a curar malalties degeneratives. Després d’haver realitzat tot el treball, puc concloure que és una medicina del futur, es necessita temps per aclarir les incògnites que es presenten i corroborar que les teràpies són efectives. És difícil de predir perquè en qualsevol moment es pot descobrir alguna cosa que revolucioni el camp com les cèl·lules iPS i agilitzar molt més el procés d’investigació.

Després d’estudiar el tema i comprovar que hi ha poques teràpies consolidades, amb l’ajuda del David Bueno, em va sorgir una nova pregunta i hipòtesi, que em va portat a la part més fosca del tema.

“Què estan oferint algunes clíniques? Pot ser es tracta de frau. Pot ser el nivell de frau és elevat.”

Efectivament, per la recerca que he dut a terme, he arribat a la conclusió que moltes clíniques arreu del món estan cometent frau i, en molts casos, generen conseqüències catastròfiques que acaben amb la mort del pacient. El pitjor de tot és que s’estan realitzant pocs esforços per part dels governs per neutralitzar aquesta pràctica.

6. LLISTA DE REFERÈNCIES:

BROMEÀ. David Bueno i Torrens. <<http://www.bromera.com/fitxa-autor/items/bueno-i-torrens.html>> [12/12/2012]

BUENO I TORRENS, David. *Òrgans a la carta: cèl·lules mare, clonatge terapèutic i medicina regenerativa*. Barcelona; Omnis cellula, 2005. [15/03/2012]

CENTRE DE MEDICINA REGENERATIVA EN BARCELONA (CMRB). [en línia]
<http://www.cmrub.eu/ca_index.html> [30/06/2012]

CORBELLA, Josep. "Premio Nobel de Medicina 2012: John B. Gurdon y Shinya Yamanaka" dins *La Vanguardia* [en línia] <<http://www.lavanguardia.com>> [08/10/2012]

CYRANOSKI, David. "Strange lesions after stem-cell therapy. Unproven treatment results in mysterious masses" dins *Revista Nature* [en línia]
<<http://www.nature.com/news/2010/100623/full/465997a.html>> [22/10/2012]

DAILYMOTION. *Células madre: tràquea de diseño (Medicina Regenerativa)*. <http://www.dailymotion.com/video/xmmbio_celulas-madre-traquea-de-diseno-medicina-regenerativa_school#.UOasfORReul> [28/12/2012]

EUROPA PRESS. "El crecimiento del cabello pasa por las células madre" dins *Terra*. <<http://noticias.terra.es/el-crecimiento-del-cabello-pasa-por-las-celulas-madre,c6587c2aa0748310VgnVCM4000009bcceb0aRCRD.html>> [28/12/2012]

GALLAGHER, James. "Gurdon and Yamanaka share Nobel prize for stem cell work" dins *Revista BBC* [en línia] <<http://www.bbc.co.uk/news/health-19869673>> [08/10/2012]

GRUP D'OPINIÓ DEL OBSERVATORI DE BIOÈTICA I DRET DEL PCB. *Document sobre cèl·lules mare embrionàries* [en línia]
<http://www.pcb.ub.edu/bioeticaidret/archivos/documentos/Celulas_madre_emb_rionarias.pdf> [21/06/2012]

INFO FARMACIA. *Obituario: Georges Mathé: pionero de los transplantes*. <<http://www.info-farmacia.com/obituarios/george-mathe-pionero-de-los-transplantes>> [21/11/2012]

INSTITUTION OF NOBEL PRIZE. *The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2012* [en línia] <http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2012/press.html#> [08/10/2012]

INTERNATIONAL SOCIETY FOR STEM CELL RESEARCH [en línia] <<http://www.isscr.org//AM/Template.cfm?Section=Home>> [03/11/2012]

INTERNATIONAL SOCIETY FOR STEM CELL RESEARCH. *A closer look at stem cells treatment* [en línia] <<http://www.closerlookatstemcells.org>> [05/10/2012]

JUNTA DE ANDALUCÍA. *Ensayos clínicos*. <<http://www.juntadeandalucia.es/terapiasavanzadas/ensayos-clinicos>> [27/12/2012]

MILACHAI, Yuri. “Historia de las células madre” dins *Time Rime*. <<http://timerime.com/en/timeline/127363/Historia+de+las+clulas+madre>> [21/11/2012]

NIH (instituts nacionals de la salut). *Trasplante de médula ósea* [en línia] <<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003009.htm>> [13/12/2012]

PUIG DE LA BELLACASA, José Maria. “Ernest McCulloch. Descubridor de las células madre” dins de *En memoria de La Vanguardia* [en línia]. <<http://enmemoria.lavanguardia.com/obituarios/ernest-mcculloch.html>> [21/11/2012]

RENOM, Pere. *Teràpia cel·lular la medicina del futur* [vídeo, 25 min]. <<http://vimeo.com/22255219>> [27/07/2012]

SAMPER, Esther. “El boom de las células madre para la rodilla” dins *el País* [en línia] <<http://blogs.elpais.com/la-doctora-shora/2012/03/el-boom-de-las-c%C3%A9lulas-madre-para-la-rodilla.html>> [27/12/2012]

SAMPER, Esther. “Imprimiendo (en 3D) el futuro de la biomedicina” dins *el País* [en línia]. <<http://blogs.elpais.com/la-doctora-shora/2012/10/imprimiendo-en-3d-el-futuro-de-la-biomedicina.html#more>> [27/12/2012]

SANZ, Elena. “Premio Nobel a la reprogramación de células madre” dins Revista *Muy interesante*. [en línia] <<http://www.muyinteresante.es/premio-nobel-a-la-reprogramacion-de-celulas-madre>> [08/10/2012]

TELECINCO. “España impulsa la ‘Resolución de Quito’ contra el turismo de células madre para trasplante y su uso sin evidencia demostrada” dins de *Doce meses doce causas*.

THE NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH. *Stem cells basics* [en línia] <<http://stemcells.nih.gov/info/basics/basics1.asp>> [21/06/2012]

WADE, Nicholas. “Cloning and Stem Cell Work Earns Nobel” dins Revista *New York Times*. [en línia] <<http://www.nytimes.com/2012/10/09/health/research/cloning-and-stem-cell-discoveries-earn-nobel-prize-in-medicine.html?pagewanted=all>> [08/10/2012]

WIKIPEDIA. “Cèl·lula mare”. <http://ca.wikipedia.org/wiki/C%C3%A8l%C2%B7lula_mare> [10/03/2012]

WIKIPEDIA. “Trasplantament de medul·la òssia”. <http://ca.wikipedia.org/wiki/Trasplantament_de_medul%C2%B7la_%C3%B2ssis> [10/12/2012]

7. ANNEXOS:

Annex 1:

Strange lesions after stem-cell therapy

Unproven treatment results in mysterious masses.

David Cyranoski

In a stark reminder that stem-cell therapy is uncharted territory, a stem-cell transplant given to a patient in Thailand who had kidney disease resulted in the development of cellular masses not previously reported. The lesions, described in a paper published online on 17 June in the *Journal of the American Society of Nephrology*, were not directly linked to the patient's subsequent death

With hundreds of poorly regulated clinics that offer unproven stem-cell therapies now running, notably in China and Thailand, the episode is a warning to patients who may be considering such treatment.

The patient had lupus nephritis, in which the immune system attacks the kidneys. In 2006, she underwent a procedure at a private clinic in which her own haematopoietic stem cells — which can develop into any type of blood cell — were injected into her kidneys. Details of the clinic and the rationale behind the treatment have not been released.

“She didn’t get any better from stem cells, we can say that.”

Haematopoietic stem cells have been used to treat lupus nephritis with some reports of success. But they are usually injected into the bloodstream, not the kidney, in an attempt to 'reset' the immune system.

Six months later, the patient complained of pain and blood in the urine. Imaging studies revealed a four-centimetre mass on her left kidney and smaller masses in the kidney, liver and adrenal gland. Doctors at Chulalongkorn University in Bangkok removed the kidney, believing a malignant tumour to be present. But further analysis showed that it was something else.

"I had never seen anything like it," says Paul Thorner, a pathologist at the Hospital for Sick Children in Toronto, Canada, who has a joint position at Chulalongkorn University and was a co-author on the paper. Thorner coined a term — angiomyeloproliferative — to describe the proliferation of blood-vessel and bone-marrow cells the team found.

Patients are undergoing other experimental stem-cell therapies, but there is usually little follow-up to establish safety or efficacy. In one case reported last year, a boy treated with fetal stem cells at a Russian clinic developed tumours in his brain and spinal cord. In the Thai case, no post-mortem was carried out, as far as Thorner is aware, so his team could work only on the removed kidney. It is not known whether the smaller masses were linked to the main mass, or what would have happened had the patient not died from other complications. "She didn't get any better from stem cells, we can say that," says Thorner, who may try to reproduce the masses in animal experiments.

Annex 2:

España impulsa la ‘Resolución de Quito’ contra el turismo de células madre para trasplante y su uso sin evidencia demostrada

Una práctica muy peligrosa que prolifera en Latinoamérica.

La compra, el tráfico y el turismo que tienen como objetivo la comercialización de células madre para llevar a cabo tratamientos que se encuentran en fase de investigación, cuya efectividad en la cura de muchas enfermedades todavía no ha sido probada, ponen en riesgo la vida de los pacientes que se someten a ellos.

La publicidad engañosa que propone el uso de las células madre para tratamientos fraudulentos o cuya efectividad no ha sido comprobada científicamente, es un fenómeno en aumento que propicia el turismo de células madre y la proliferación de centros que prometen curaciones casi milagrosas.

La preocupación de los países iberoamericanos, que ven cómo el número de clínicas de terapia celular aumenta, ha sido la razón por la cual se ha celebrado en Quito (Ecuador) una reunión para firmar el compromiso del Consejo Iberoamericano de Donación y Trasplante que establece un marco jurídico para regular las actividades en esta materia.

Esta iniciativa, impulsada por España desde la Organización Nacional de Trasplantes, condena la compra, el tráfico y el turismo que tienen como objetivo la comercialización de células madre para llevar a cabo tratamientos que se encuentran en fase de investigación, cuya efectividad en la cura de muchas enfermedades todavía no ha sido probada y, por lo tanto, ponen en riesgo la vida de los pacientes que se someten a ellos.

La 'Resolución de Quito' supone un compromiso para paliar el nacimiento y proliferación de estas redes internacionales delictivas, e impulsar la regulación de estas prácticas para proteger la dignidad y seguridad de los donantes y los pacientes receptores.

Entre las medidas recogidas en el documento destacan: el compromiso de no utilizar células madre con fines terapéuticos mientras no se demuestre científicamente su beneficio curativo; el control de los centros que realicen este tipo de terapia, que deberán estar autorizados para ello por las autoridades sanitarias de cada país; y la consideración de delito en el uso no regulado de las células madre.

Para evitar tratamientos fraudulentos, se difundirá más información sobre los usos aprobados de células madre y los avances científicos en este campo.



La advertencia de la Agencia Española de Medicamentos

En España, la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios, ha advertido también sobre la posible confusión que acontece en la oferta de tratamientos con células madre.

Aunque se está avanzando en la investigación del uso de células madre como alternativa terapéutica para algunas enfermedades, antes de su utilización en el tratamiento de enfermedades humanas deben ser evaluadas con el mayor rigor científico.

Por eso, advierten de que actualmente, no hay ningún medicamento basado en células madre que esté comercializado en España, por lo que su oferta es ilegal, así como los productos cosméticos que incluyen tratamientos celulares de origen humano.

Las únicas células madre aprobadas para trasplante en España son las células madre sanguíneas (que se encuentran en la sangre del cordón umbilical, la médula ósea y la sangre periférica), el implante de queratinocitos para el tratamiento de quemados, las células troncales limbocorneales para el tratamiento de lesiones de córnea y los condrocitos, para reparar el cartílago dañado en una articulación. Por eso se recomienda a los pacientes que se informen bien antes de iniciar cualquier tipo de tratamiento basado en el uso de células madre consultando a su médico de cabecera.

Una moda con grandes riesgos para el paciente

Durante el encuentro de blogueros con el doctor Matesanz celebrado en el marco de la campaña 'Eres perfecto para otros' de 12 Meses, el director de la Organización Nacional de Trasplantes advirtió de los grandes riesgos que supone la proliferación de tratamientos basados en la utilización de células madre cuyo beneficio no está confirmado científicamente: “El turismo para someterse a tratamientos celulares es una plaga. Todos los días, pacientes aquejados de alzheimer, tetraplejas, paraplejas y otras enfermedades le piden al Estado financiación para viajar a otros países en los que les traten con células madre. El hecho de que estas células curan muchas enfermedades no está demostrado, pero las personas desesperadas buscan cualquier opción. Estos tratamientos, que son tremendamente peligrosos, solo se aplicarían a seres humanos cuando se compruebe su eficacia después de todo tipo de ensayos en la cadena de animales”.