



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

**BANCO PÚBLICO DE CELULAS MADRE DE SANGRE
DE CORDÓN UMBILICAL: ASPECTOS CLÍNICOS,
LEGALES, ÉTICOS Y ECONÓMICOS**

**PUBLIC BANK OF UMBILICAL CORD BLOOD STEM
CELLS: CLINICAL, LEGAL, ETHICAL AND
ECONOMIC ASPECTS**

**TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD
PROFESIONAL EN HEMOTERAPIA Y BANCO DE
SANGRE**

AUTORA

FREYSI ZOILA CHERRES BENITES

LIMA-PERU

2022

ASESOR DE TRABAJO ACADÉMICO

Dra. Martha Jesús Miranda Watanabe

Departamento Académico de Tecnología Médica

ORCID: 0000-0001-9978-8149

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo a mi familia, en especial a mi mamá quien me motiva cada día a ser mejor; la mayor recompensa que pueda valorar siempre será la sonrisa de mi madre.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a la Universidad Peruana Cayetano Heredia por darnos la oportunidad de seguir especializándonos y creciendo como profesionales Tecnólogos Médicos y ser parte de esta promoción de Hemoterapia y Banco de Sangre 2019-II, a nuestro coordinador el Lic. T.M. Juan José Montañez Mejía; a mi asesora la Dra. Martha Jesús Miranda Watanabe, por ser guía y preceptor en esta investigación brindando propuestas de solución en la mejora de procedimientos y protocolos respecto a nuestra área, concluyo con estas palabras citadas por Glenn Theodore Seaborg ***“La educación científica de los jóvenes es al menos tan importante, quizá incluso más, que la propia investigación”.***

revisión monográfica Turnitin

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

10%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	www.bancodevida.com Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	docplayer.es Fuente de Internet	1%
5	www.elsevier.es Fuente de Internet	1%
6	pubmed.ncbi.nlm.nih.gov Fuente de Internet	1%
7	parentsguidecordblood.org Fuente de Internet	1%
8	www.ont.es Fuente de Internet	1%
9	healthychildren.org Fuente de Internet	1%

10	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	www.revistachilenadepediatria.cl Fuente de Internet	1 %
12	scielosp.org Fuente de Internet	<1 %
13	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.uca.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
15	manu41.magtech.com.cn Fuente de Internet	<1 %
16	www.cjter.com Fuente de Internet	<1 %
17	nacersano.marchofdimes.org Fuente de Internet	<1 %
18	www.biomedicallogistics.com Fuente de Internet	<1 %
19	www.observatoriobioetica.org Fuente de Internet	<1 %
20	epdf.pub Fuente de Internet	<1 %
21	www.redbubble.com Fuente de Internet	<1 %

22	wjgnet.com Fuente de Internet	<1 %
23	psyjournals.ru Fuente de Internet	<1 %
24	secuvita1.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %
25	journals.viamedica.pl Fuente de Internet	<1 %
26	siis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	elmedicointeractivo.com Fuente de Internet	<1 %
28	www.argentina.gob.ar Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to Universidad de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1 %
30	cybertesis.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	www.fcarreras.org Fuente de Internet	<1 %
32	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	<1 %
33	www.proz.com Fuente de Internet	<1 %

34	www.lineasocial.com Fuente de Internet	<1 %
35	Submitted to Universidad de Granada Trabajo del estudiante	<1 %
36	economia.uniandes.edu.co Fuente de Internet	<1 %
37	eprints.nottingham.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
38	Submitted to University of Surrey Trabajo del estudiante	<1 %
39	civica.com.es Fuente de Internet	<1 %
40	Submitted to Gulf Coast State College Trabajo del estudiante	<1 %
41	medlineplus.gov Fuente de Internet	<1 %
42	vidacord.es Fuente de Internet	<1 %
43	www.imss.mx Fuente de Internet	<1 %
44	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
45	iafrica.com Fuente de Internet	<1 %

46	www.ajs.es Fuente de Internet	<1 %
47	red.knowmetrics.org Fuente de Internet	<1 %
48	repositorio.uoosevelt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
49	revrehabilitacion.sld.cu Fuente de Internet	<1 %
50	www.aecientificos.es Fuente de Internet	<1 %
51	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
52	stemcellres.biomedcentral.com Fuente de Internet	<1 %
53	aebioetica.org Fuente de Internet	<1 %
54	inba.info Fuente de Internet	<1 %
55	www.informativos.net Fuente de Internet	<1 %
56	Submitted to Universidad Señor de Sipan Trabajo del estudiante	<1 %
57	azdoc.tips Fuente de Internet	<1 %

58	regaliasbogota.sdp.gov.co:8080 Fuente de Internet	<1 %
59	synaptica.es Fuente de Internet	<1 %
60	trihealth.adam.com Fuente de Internet	<1 %
61	www.bioprocreate.com.ar Fuente de Internet	<1 %
62	www.boe.es Fuente de Internet	<1 %
63	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
64	www.europarl.europa.eu Fuente de Internet	<1 %
65	www.redalyc.org Fuente de Internet	<1 %
66	appswl.elsevier.es Fuente de Internet	<1 %
67	eprints.ucm.es Fuente de Internet	<1 %
68	lookformedical.com Fuente de Internet	<1 %
69	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

82

Aina Arbós, Francesca Nicolau, Marta Quetglas, Joana Maria Ramis, Marta Monjo, Josep Muncunill, Javier Calvo, Antoni Gayà.
"Obtención de células madre mesenquimales a partir de cordones umbilicales procedentes de un programa altruista de donación de sangre de cordón", *Inmunología*, 2013

Publicación

<1%

83

Cristián Sotomayor, Lucía Salas, José Lattus Olmos, Alfonso T. Anguita-Compagnon et al.
"Donación dirigida de sangre de Cordón Umbilical de Hermano Compatible en el Sistema de Salud Público de Chile", *Revista Chilena de Pediatría*, 2020

Publicación

<1%

84

Wen-Hui Gao, Hong-Ye Gao, Yue-Tong Li, Ping-Ping Huang. "Effectiveness of umbilical cord mesenchymal stem cells in patients with critical limb ischemia", *Medicina Clínica (English Edition)*, 2019

Publicación

<1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
Carátula	
Asesores	
Dedicatoria y agradecimiento	
Declaración del autor	
Tabla de contenidos	
1. Resumen	
2. Introducción	1
3. Objetivos	7
4. Cuerpo	8
4.1 Aspectos clínicos	8
4.1.1. Células progenitoras	8
4.1.1.1. Células madre de origen embrionario	8
4.1.1.2. Células madre adulta	8
A. Células madre adultas del cordón umbilical	8
B. Células madre hematopoyéticas	8
C. Células madre mesenquimales (MSCs)	9
4.1.2. Banco de sangre de células de cordón umbilical: Aspectos generales	9
4.1.3. Importancia del banco de sangre de cordón umbilical	10
4.1.4. Tipos de bancos de sangre de cordón umbilical	11
4.1.4.1. Banco privado	11
4.1.4.2. Banco público	12
4.1.4.3. Bancos mixtos	12
4.1.5. Trasplantes de células progenitoras hematopoyéticas	13
4.1.6. Fuentes de Tipos de trasplante de progenitores hematopoyéticos	13

4.1.6.1. Médula ósea	13
4.1.6.2. Sangre periférica	13
4.1.6.3. Cordón umbilical	13
4.1.7. Trasplante de células mesenquimales	14
4.1.8. Requisitos para la obtención de células de sangre de cordón umbilical.	14
4.1.9. Recolección de la sangre de cordón umbilical	15
4.1.10. Recuentos celulares	15
4.1.11. Procedimientos para la conservación de células de sangre de cordón umbilical	15
4.1.12. Importancia clínica del uso de células de cordón umbilical	17
4.2. Aspectos éticos	20
4.2.1. Respeto a la dignidad humana	20
4.2.2. Respeto a la integridad del cuerpo	20
4.2.3. Respeto al respeto a la privacidad	20
4.2.4. Respeto al principio de buena fe y publicidad veraz	21
4.2.5. Respeto a la solidaridad	21
4.2.6. Respeto a la justicia al acceso de los servicios de salud	22
4.3. Entidades certificadoras de sangre de cordón umbilical	22
4.3.1. AABB	22
4.3.2. Netcord- Fact: foundation for the accreditation of cellular therapy	22
4.4. Aspecto legal- económico	23
4.4.1. Titularidad o representación legal de los padres	23
4.4.2. Bancos de sangre a nivel mundial: normativas legales	24
4.4.2.1. Inglaterra	24
4.4.2.2. Estados Unidos	24
4.4.2.3. Francia	25

4.4.2.4. Italia	26
4.4.2.5. Alemania y Australia	26
4.4.2.6. España	26
4.4.2.7. Sudáfrica	27
4.4.2.8. Chile	28
4.4.2.9. México	28
4.4.2.10. Argentina	29
4.4.2.11. Perú	30
5. Conclusiones	31
Referencia bibliográfica	33
Anexos	41

RESUMEN

El uso de células madre de sangre de cordón umbilical es una de las principales fuentes por la que podemos aislar células hematopoyéticas y mesenquimales, resguardada en bancos públicos estandarizados por Netcord-Fact y la AABB acreditadoras y responsables del funcionamiento de dichos bancos; la presente monografía tiene como objetivo proporcionar evidencia científica acerca de los aspectos clínicos, legales, éticos y económicos de un banco público de células madre de sangre de cordón umbilical; los datos e información fueron obtenidos de informes de casos, revisiones sistemáticas, revisión de artículos y ensayos clínicos, concluyendo lo siguiente: se evidencian hallazgos de reducción de neuroinflamación en la disminución de la infiltración de TCD4 y respuesta de la lesión cerebral evitando la lesión cerebral hipóxico- isquémica; así mismo el aumento de hasta el 100% en la tasa de supervivencia de pacientes con leucemia mieloide aguda y libre de EICH a 3 años, al ser considerado un procedimiento no invasivo es viable utilizar la técnica in/ex útero para la obtención de células nucleadas de sangre de cordón umbilical, por ende de contar con un banco público de libre acceso a la población para el resguardo y uso de dichas células fomentará la donación de lo que en un momento se creyó material de desecho y de gran importancia clínica en regeneración y estudios clínicos en enfermedades degenerativas.

Palabras claves: células madre hematopoyéticas, células madre mesenquimales, sangre de cordón umbilical, banco público, aspectos legales, aspectos clínicos, aspectos económicos, aspectos éticos.

ABSTRACT

The use of umbilical cord blood stem cells is one of the main sources by which we can isolate hematopoietic and mesenchymal cells, stored in public banks standardized by Netcord-Fact and the AABB accrediting and responsible for the operation of said banks; The objective of this monograph is to provide scientific evidence about the clinical, legal, ethical and economic aspects of a public bank of umbilical cord blood stem cells; The data and information were obtained from case reports, systematic reviews, review of articles and clinical trials, concluding the following: findings of neuroinflammation reduction in the decrease of TCD4 infiltration and response of brain injury avoiding brain injury. hypoxic-ischemic; Likewise, the increase of up to 100% in the survival rate of patients with acute myeloid leukemia and free of GVHD at 3 years, being considered a non-invasive procedure, it is feasible to use the in/ex utero technique to obtain nucleated cells. of umbilical cord blood, therefore having a public bank with free access to the population for the protection and use of said cells will encourage the donation of what at one time was believed to be waste material and of great clinical importance in regeneration and clinical studies in degenerative diseases.

Keywords: hematopoietic stem cells, mesenchymal stem cells, umbilical cord blood, public bank, legal aspects, clinical aspects, economic aspects, ethical aspects.

2. INTRODUCCIÓN

BANCO PÚBLICO DE CELULAS MADRE DE SANGRE DE CORDON UMBILICAL: ASPECTOS CLINICOS, LEGALES, ÉTICOS Y ECONÓMICOS.

Las células madre se han convertido en todo un tema de investigación y de gran importancia; el avance y el desarrollo de métodos, así como su uso en terapias potenciales, los inicios de estas células se han anexado a una serie de procedimientos como: los cultivos, la derivación de células madre, los controles de calidad, ensayos para de esta manera evaluar sus propiedades, añadiéndole una serie de posibilidades y esperanza a la medicina moderna y enfermedades no tratables.

Las células madre se auto renuevan y tienen la capacidad de poder diferenciarse en cualquier célula del organismo, estas pueden encontrarse en el embrión y adulto, así como hay una serie de tipos; son de ayuda a los tratamientos potenciales de vanguardia como: restauración del crecimiento óseo, enfermedad de la retina, tejido cardíaco y lesión de médula espinal, trastornos hematopoyéticos (1).

La sangre de cordón umbilical es una de las fuentes por la que podemos aislar células de tipo hematopoyéticas y mesenquimales, por tal es necesario llevar a cabo los procedimientos establecidos para la obtención con protocolos de calidad de tal manera que podemos extraerlas a partir de donantes altruistas, con el fin de indagar y proponer alternativas nuevas en nuestro país, es necesario poder recopilar y sustentar la importancia, los aspectos legales, económicos, éticos y clínicos de la sangre de cordón umbilical para tratar enfermedades y la necesidad de promover y

educar a la población sobre la importancia de los bancos públicos para la donación de sangre de cordón umbilical.

Las células de sangre del cordón umbilical son consideradas como la segunda fuente más común luego que de la médula ósea. Las investigaciones refieren que su uso hoy en día se orientan a la terapia celular, considerada como fuente no polémica tiene la capacidad dado el caso de las células mesenquimales para diferenciarse en endotelio y de esta manera desarrollar vasculatura in vivo, su predisposición por reconstituir el sistema hematopoyético en pacientes con desordenes malignos y no malignos tratados con terapia mielo ablativa, así mismo, en enfermedades neurológicas como parálisis cerebral, diabetes mellitus, enfermedades cardiacas, vasculares, hepáticas, entre otras (1).

Entre las instituciones acreditadoras y redes que establecen políticas, acreditaciones se encuentra NetCord- FACT, cuya red internacional posee normativas acerca de terapia celular y banco de sangre de cordón umbilical y los requisitos para sus acreditaciones, hasta la actualidad cuenta con bancos acreditados en 23 países. Los más importantes se ubican en: Nueva York, Dusseldorf, Auscord, Barcelona, Milán, Asiacord y Londres (2).

Sin embargo, hasta junio del 2003 México introduce el Programa Nacional de Sangre Placentaria iniciando la fase de implementación de bancos de sangre de cordón umbilical latinoamericanos, seguido de Chile, Argentina, Colombia, entre otros (3).

Actualmente los estándares de Netcord- Fact, han hecho una mejora a la evolución y avance de la terapia celular y regenerativa, promoviendo, estableciendo y

facilitando la colaboración de expertos inmersos en la materia para de esta manera acreditar los bancos a nivel mundial, con controles rigurosos (4).

La Academia Pediátrica de Chile en la declaración de la política titulada, "*Bancos de sangre del cordón umbilical para futuros trasplantes*" (5), identifica diferencias entre los bancos públicos y privados de sangre de cordón umbilical que a continuación podemos detallar:

- Los bancos públicos de sangre del cordón umbilical como indica su nombre es gratuita y su uso es 30 veces más que el privado, existen a nivel mundial y poseen órganos reguladores y supervisores por entidades acreditadoras y tienen un alto rango de compatibilidad en pacientes que poseen alguna enfermedad que requiera ello; en el caso de los bancos privados el valor monetario es elevado y no siempre tienen y cumplen con los requisitos necesarios de tal manera que la calidad del procesamiento y conservación de la muestra podría no cumplir o estar dentro de los requerimientos de calidad, estos almacenan sangre de familiares directos, para su uso exclusivo entre ellos (5).

De una recopilación de fuentes de investigación como: artículos de revisión, estudios analíticos, revisiones sistemáticas y ensayos clínicos; un artículo acerca del banco de sangre de cordón umbilical del Instituto de Mexicano del seguro social en la ciudad de México; realizó dentro del proceso de selección de donantes, la recolección de muestras y procesamiento de unidades de cordón umbilical (UCB) se procesaron y fueron de utilidad clínica para trasplantes 1298 unidades de cordón umbilical preservados por un periodo de trece años, 118 trasplantes de UCB

(9.09)%: utilizados 94 (79.6 %) en pediátricos y 24 (21.4%), correspondientes al 60% de pacientes con leucemias, 19% insuficiencia medular , otros como inmunodeficiencia, tumores sólidos, trastornos metabólicos, dentro de los injertados fueron 67 pacientes injertados13 no injertados; con cálculos de supervivencia del 37%, libre de enfermedad del 37% y períodos desde 161-3.721 días de supervivencia post trasplantes siendo un beneficio y rico en contenido hematopoyético (6).

En tanto en el desarrollo de la preservación de las células de sangre de cordón umbilical en el primer banco público colombiano se mejoró el conteo de células de sangre de cordón umbilical de un análisis de datos de 2933 unidades de sangre de cordón umbilical, entre los años 2014-2015 las cuales fueron criopreservadas 759 unidades de cordón umbilical, con umbrales de 10×10^8 células nucleadas totales, sin embargo, aplicando un nuevo método de recombinación de técnicas in útero y ex útero evitando la contaminación cruzada de sangre materna con la neonatal, y como resultado se confirmó la relación del peso neonatal al nacer con el contenido celular, y se observó el aumento en un 26% de células nucleadas, por ende, la técnica in/ex útero que se realizó en las cesáreas en el 2014 fue de un 23% superior a la técnica in útero y en un 20% a la técnica ex útero, así como el recuento medio de células nucleadas totales de 11×10^8 y CD34+ de 5×10^6 concluyendo que este método evita la contaminación cruzada entre sangre materna y neonatal, dándole un valor agregado en la conservación de células de sangre de cordón umbilical para pacientes latinoamericanos a la espera del uso de estas células (7).

Estudios relacionados a la celularidad en la sangre de cordón umbilical, “IHEMATEC” Banco privado de células de sangre de cordón umbilical y el Instituto Nacional Materno Perinatal en Perú en el año 2014, realizaron un estudio transversal evaluando características de celularidad y crio preservación de 100 unidades de cordón umbilical de recién nacidos con peso de 2130 g. a un máximo de 4540 g.; se compararon de acuerdo a los estándares de NETCORD con la finalidad de optimizar la recolección de dichas unidades y obtener mayor celularidad para la mejora de la calidad, dado el estándar de infundir el 2.0×10^7 de células nucleadas totales (CNT) por Kg en adultos y en niños $3.7 \times 10^7 \times \text{Kg}$, los valores de las CNT en colecta varían entre: 700 a 29.0×10^8 ; por ende es imprescindible poder obtener la mayor cantidad de células en la colecta y el proceso de criopreservación y descongelamiento, obteniendo el 44% de unidades que alcanzaron los umbrales mínimos de celularidad, 7.7×10^8 CNT, 2.0×10^6 CD34+; además que las unidades provenían de recién nacidos con mayor peso y mayor volumen del sexo femenino, arrojando con ello muy baja cantidad de unidades con celularidad adecuada, por ello en base a los informes recolectados se tomó en cuenta dichas observaciones para la mejora en la obtención y criopreservación a proximidad (8).

Como aporte a la naturaleza ética de los bancos de sangre de cordón umbilical, se realizó un estudio de las cuestiones biomédicas y bioéticas en el país de España, donde este precisa los puntos que el Grupo Europeo de ética estudia de los bancos: ventajas de su uso, si es ético o no la implementación de estos bancos, utilidad clínica, los fines terapéuticos y si es rentable; ello gira entorno a la controversia ética de los bancos públicos y privados y su incursión en la mejora de los pacientes

mediante trasplantes y llega a la conclusión desde el punto de vista ético los bancos privados tienen una aceptación que ha sido limitada por las instituciones públicas, especializados entre otros, concluyendo que es necesario y ético apoyar la implementación y creación de dichos bancos basados en el principio de justicia y solidaridad humana; sin embargo no existe ninguna ley que prohíba que una pareja no pueda almacenarlo en un banco privado; otra solución aceptable sería la implementación de un banco mixto como un sistema español donde las muestras son dirigidas o relacionadas con la prioridad de que si esta fuese necesitada se usará (9).

Una investigación basada en las células madre de cordón umbilical y el cordón umbilical en Guatemala precisaba lo siguiente; se realizó un muestreo por conveniencia en 97 pacientes consideradas, aptas sólo 88 pacientes; se pretendía identificar CD 34+ , CD45 y la viabilidad de las células; se halló 102.3 células progenitoras/ul CD34, CD45 (28.4 -239.3), promedio de células progenitoras por unidad de 8.6×10^6 , viabilidad de 99.19; además que el volumen osciló entre 41.35 a 158.24 ml concluyendo en la viabilidad aceptable de las células para preservación y utilidad en terapia (10).

Desde una perspectiva legal los lineamientos para la regulación y la necesidad de un banco público se estudiaron en base a normativas legales. Un estudio manifiesta que grandes bancos a nivel mundial como el de Estados Unidos y España que han logrado la conexión de una red nacional e internacional donde concluye en que toda manipulación genética que sea orientada a la causalidad de enfermedades genéticas y no sobrepasen las limitaciones de los derechos como de la dignidad humana, el derecho a la vida será lícita, así mismo el derecho de bioética, como también que

un embrión no puede ser utilizado como contribución a la ciencia y mucho menos atentar contra los principios o sacrificarlos para los avances científicos y la relación de ambos bancos tanto privados como públicos y a elección de quien desee utilizarlos, sobre todo el consentimiento para poder realizar la conservación, por ende deben preservarse los principios y valores de acorde a los avances científicos dado que en su diversidad los países han tomado la opción de legislar normas que salvaguarden el procedimiento de obtención de células madres de sangre de cordón umbilical entre otros (11).

En consecuencia, los bancos de sangre de cordón umbilical (BSCU), son necesarios y responsables de la recolección, procesamiento y crio preservación. La asociación emblemática NetCord- FACT contribuye con normativas y directrices para a nivel mundial con el propósito de estandarizar, protocolizar y mejorar la calidad de las muestras obtenidas. En base a lo descrito y los problemas de salud en la actualidad exigen y a su vez son necesarios para crear un banco de sangre con el uso de mejores prácticas basadas en evidencias capaces de moderar los efectos negativos de enfermedades en la población peruana.

3. OBJETIVO

Proporcionar evidencia científica acerca de los aspectos clínicos, legales, éticos y económicos de bancos públicos de células madre de sangre de cordón umbilical.

4. CUERPO:

4.1. ASPECTOS CLÍNICOS:

4.1.1. Células progenitoras: Llamadas células madre poseen gran plasticidad, con capacidad de diferenciarse en cualquier célula o tejido; a esto se le denomina pluripotencialidad y poseen dos tipos: embrionarias y adultas (12), ver anexo 1:

4.1.1.1. Células madre de origen embrionarias: Presentes en el embrión de 7-14 días de su desarrollo; el uso de las células pluripotentes es un avance a la medicina (12).

4.1.1.2. Células madre adultas: Aquellas que podemos encontrar en los órganos y tejidos del cuerpo, estas ya no son pluripotentes sino multipotentes, es decir, organoespecíficas; encontrándose células progenitoras como fuente principal en la médula ósea y en diversas partes del cuerpo, así mismo la podemos clasificar de acuerdo a: feto y adulto en el caso de este último las encontramos en cerebro, piel, cornea, retina, corazón, grasa, médula ósea, músculo, intestino y en el caso del feto en el cordón umbilical (12).

A. Células madre adultas del cordón umbilical: Estas células poseen la capacidad de transdiferenciación que significa diferenciarse en otra célula distinta a la que estaban programadas, la importancia del cordón umbilical radica en el nivel inmunológico, nutricional y bioquímico que proporciona la comunicación entre placenta y feto (12).

B. Células Madre Hematopoyéticas: Denominados “progenitores hematopoyéticos”, precursores de las células sanguíneas, poseen un progenitor denominado “stem” o “troncal”; con la capacidad de

autorenovarse y diferenciarse, la principal fuente es la médula ósea; pero hace más de 20 años se conocen otras fuentes como: sangre periférica con ayuda de factores de crecimiento y la de cordón umbilical, estas células expresan el antígeno CD34 en su superficie cuyo papel es clave en los procesos hematopoyéticos (11).

C. Células Madre Mesenquimales (MSCs): Son de gran ayuda en el campo de la medicina regenerativa, se encuentran como principal fuente en el cordón umbilical y en menor cantidad en la médula ósea, tiene características de alta plasticidad, capacidad modular para la respuesta inmune, de proliferar extensamente y formar colonias con aspecto fibroblasto, de producir factores de crecimiento y citocinas que promuevan la diferenciación de células progenitoras hematopoyéticas y de modificar la respuesta de células inflamatorias, poseen la capacidad de diferenciarse en células nerviosas, células del hígado, células endoteliales entre otros (13).

4.1.2. Banco de sangre de células de cordón umbilical: Aspectos generales:

Se descubrió su utilidad desde los años sesenta, se ha logrado aproximadamente 25.000 trasplantes de sangre desde que se demostró que la sangre de cordón umbilical poseía una similitud en cantidad a las de la médula ósea, ejemplo claro fue la anemia de Fanconi en el año 1989 tratada por trasplante de sangre de las células del cordón umbilical de un recién nacido que se aplicó al hermano de apenas 5 años de edad. De esta manera la FDA (Food and drug administration) aprobó los tratamientos, es por ello que se necesitó

un lugar de conservación de aquellas células que serían extraídas del cordón umbilical ; por ende, la opción de implementar y crear bancos para resguardar la integridad de la muestra y tratar a personas no emparentadas fue inmediata, para ello las células madre que se obtienen del cordón pasan por un proceso de: recolección, procesamiento y crio preservación y estos al mismo tiempo por una serie de controles, cumplir con los criterios mínimo como: volumen, células nucleadas, toda muestra lleva condición de esterilidad mediante un equipo de última generación: fracciones celulares, células nucleadas, eritrocitos y el plasma en un sistema cerrado donde se fusionan protocolos de centrifugación , que implica reducción en volumen y como resultado el concentrado de células nucleares en una bolsa de 20 ml y al final control de citometría de flujo para el recuento de CD34+ con marcaje de CD34/45+, CD45+ control (13).

La especialista Calderón Dueñas, subdirectora del banco en el país de México define de una manera exacta al banco de sangre de Cordón umbilical como: *“Centro dedicado a la recolección, procesamiento, estudio y crio preservación de sangre de cordón para ser utilizada en uso clínico, principalmente en trasplante para restaurar la médula ósea”* (11).

4.1.3. Importancia del banco de sangre de cordón umbilical:

Los bancos de sangre pueden ser públicos o privados y ambos preservan material biológico procedente del momento del alumbramiento, sangre de cordón umbilical y anexos; su importancia radica en ser los encargados de la recolección, procesamiento, estudio y criopreservación para luego ser

utilizados en trasplantes, gracias a este tipo de bancos que salvaguardan este material la incompatibilidad ha sido de 3/6 o 4/6 en comparación a los de la médula ósea que es permitida hasta 5/6 o 6/6 precisando que existe una mayor tolerancia inmunológica (13).

4.1.4. Tipos de Bancos de Sangre de cordón Umbilical:

A nivel mundial podemos encontrar los siguientes tipos de bancos de sangre de cordón umbilical:

4.1.4.1. Banco Privado: Es un banco que posee un contrato con un costo inicial, las familias resguardan ello para uso a futuro en caso de enfermedad y requieran un trasplante, no genera ninguna garantía en temas de compatibilidad, o apta cuando lo necesite, considerada como un depósito y no donación, la principal garantía que ofrece es el uso exclusivo para el tratamiento frente a ciertas enfermedades que sean genéticas durante la infancia o adultez, y su recepción es independiente de donde fue el parto. La conservación, criterios de selección y calidad son muy pobres ya que ellos sólo avalan el almacenamiento y conservación. Los montos son elevados para la inicial y tasas de mantenimiento anual, en tanto en el Perú oscilan entre 800-1200 dólares con tasas anuales de 100 dólares por mantenimiento. El uso para sí mismo es bastante improbable mediante estudios indican que es de 1/20.000 a 1/250.000 (13).

4.1.4.2. Banco Público: Una opción válida también es la “donación” de sangre de Cordón umbilical sin costo alguno, la función principal de estos bancos es contribuir con las mejores reservas disponibles de unidades a los

trasplantes necesarios. La sangre de cordón umbilical donada es para cualquier paciente que lo necesite tiene más porcentaje de compatibilidad que de otra índole, es un principio de justicia y solidaridad humana apoyar a personas en listas de espera que lo requieran y acortar el progreso de la enfermedad, en el caso de tratamiento de células de sangre de cordón umbilical puede ser no tan alto en caso de que no exista relación de familiaridad con el paciente. Para la recolección es necesario que el parto se realice en los lugares donde se den los procedimientos, si fuese en el caso de otro establecimiento el cordón se desechará (13).

4.1.4.3. Bancos Mixtos:

La idea de crear un banco público y privado a la vez, que pueda almacenar y distribuir sangre para los trasplantes y también sea de uso autólogo y familiar, este modelo proporciona soporte y educación para los involucrados en el programa, es presupuestado por capital privado pero regido por las mismas obligaciones que el de los públicos en este caso lo recaudado ira a lo público, en lo general los padres suelen negarse a que se les brinde a un tercero por ello surge la idea de crearse estos banco para estar a disposición del donador y de la familia si lo necesitase (13).

4.1.5. Trasplantes de células progenitoras hematopoyéticas:

- a. Autólogo:** Obtenido del propio paciente previo a tratamientos antineoplásicos.
- b. Singénico o isogénico:** Se obtiene de un gemelo que comparte el mismo saco vitalino.
- c. Alogénico:** Se obtiene de un familiar o alguien no emparentado.

4.1.6. Fuentes de Tipos de trasplante de progenitores hematopoyéticos:

4.1.6.1. Médula Ósea: Se utiliza comúnmente en los trasplantes autólogo y alogénico; la técnica convencional es la de Thomas (con anestesia general o raquídea con punciones de aproximadamente 100 a 200 aspirativas en la cresta ilíaca) de esta forma se obtendrán de 800 a 1,200 ml de sangre medular específicamente: 1.5 y 3.5×10^8 células por kg. del receptor, en el caso de pacientes pediátricos de 10-20 ml por kg., tienen la capacidad de poder regresar a la médula en un día (11).

4.1.6.2. Sangre Periférica: Las células progenitoras se encuentran en niveles bajos, pero con factores estimulantes y quimioterapias aumentan, posee la capacidad de disminuir la morbilidad y mortalidad del trasplante, su dosis sigue en investigación, pero una aproximación es la obtención de 2×10^6 CD34+ /kg (11).

4.1.6.3. Cordón umbilical: Su uso data de los años 1989, posee células CD34+ con la capacidad de generar células maduras en cultivo sin disminuir la cantidad de ellas, a comparación de las de médula ósea que disminuyen en cultivos, al ser inmaduras toleran uno o dos antígenos leucocitarios sin concordancia, que a su vez suelen ser incidencia de la enfermedad injerto contra huésped haciendo que sea baja; es un método no invasivo, no daña ni a la madre ni al hijo; considerada la segunda fuente en niños y tercera en adultos, se emplea en enfermedades genéticas y malignas en familiares y no relacionados (11), ver anexo 2.

4.1.7. Trasplante de células mesenquimales:

Fuente principal el cordón umbilical, posee la capacidad de inducir a la diferenciación de múltiples linajes como: hueso, grasa y cartílago en sus unidades celulares, podemos extraer en tres regiones del cordón umbilical de manera que estas podrán aumentar la potencialidad de la diferenciación como son: el epitelio amniótico: características de células epiteliales, región próxima al vaso sanguíneo: células musculares y la región intervascular, algunas contribuciones de estas células son (13):

- Con capacidad de diferenciarse en osteoblastos y condrocitos; reparación de cartílago y hueso.
- Reparar daño vascular ocasionado por isquemias y promueven la neovascularización, aumentan la concentración de proteínas y estas aumentan el crecimiento de células predecesoras endoteliales.
- Gracias a su capacidad inmunomoduladora, reduce la inflamación y evita el rechazo de trasplantes y enfermedades autoinmunes.

4.1.8. Requisitos para la obtención de células de sangre de cordón (11):

- Controles durante la gestación normales
- Sin antecedentes médicos maternos o paternos que a futuro se considere un riesgo infeccioso o genético.
- Partos antes de las 32 semanas son excluidos.
- Fiebre ($>38^{\circ}\text{C}$) durante el alumbramiento.
- Excluidos signos de sufrimiento fetal.

4.1.9. Recolección de la sangre de cordón umbilical: Ya sea in útero o ex útero puede recolectarse, la más común es in útero, previo a la expulsión de la placenta, por tal se pinza a 5 cm de ombligo, se realiza la limpieza con alcohol a 70% y tintura de yodo, se punciona con la aguja de 16G que tiene la bolsa de recolección con 20 ml de CPD-A con una capacidad de 40-250 ml, luego se realiza los recuentos celulares CD34+, células nucleadas, tipificación HLA, grupo sanguíneo, factor Rh, serología viral y cultivo (11).

4.1.10. Recuentos celulares:

- **Total de células nucleadas (TNC):** La de células como mínimo deben ser de 1.5×10^7 / kg o 1.7×10^5 CD34+/kg, sin embargo, en un informe de la Asociación Mundial de Donantes de médula se recomienda 2.0×10^7 CNT /kg o 2.0×10^5 CD 34/ kg (14).

- **Recuento de células CD34+:** Es una de las células más estudiada el antígeno de superficie de las células CD34+, relacionado a las tasas de injerto hematopoyético, su recuento puede hacerse previo a la crio preservación y se da por citometría de flujo, se han recomendado valores mínimos como 1.2×10^6 por unidades, este será un método para excluir aquellas muestras que no cumplan con dicha característica (14).

4.1.11. Procedimientos para la conservación de células de sangre de cordón umbilical:

- **Concentración celular:** Se utiliza almidón hidroetil que sedimenta los glóbulos rojos y de esta manera se puede separar el plasma, luego se centrifuga y se obtiene un aproximado de 20 ml que contienen progenitores hematopoyéticos, es recomendable que este procedimiento

sea antes de las 48 horas post recolección de la sangre de cordón umbilical y obtener resultados favorables (11).

- **Criopreservación:** Se usan soluciones hidrosolubles que permite se alcance la temperatura menor a la que queremos inducir, de esta manera la célula estará más hidratada y el espacio extracelular se congelará, el 1,2 propanodiol (PROH), dimetilsulfoxido (DMSO), etilenglicol y glicerol son de bajo peso molecular y permeables a la membrana de la célula por tanto protege de lesiones que puedan ocasionarse del congelamiento a velocidad lenta (11). La sacarosa, glucosa, dextrosa, polivinil- pirrolidina (PVP), dextrano y polietilenglicol son de alto peso molecular en velocidades altas de congelamiento, no penetran la membrana, promueven la rápida deshidratación celular, los grados a los que se someten son a 4°C, 25°C o 37°C (11).
- **Congelamiento:** Se someten a -196°C en nitrógeno líquido, de esta manera no existe fenómenos de difusión ni energía térmica, el proceso va desde los 5 minutos a 4°C para equilibrar el medio exterior e interior celular, progresivamente se añade el congelador biológico a -10°C, post cristalización la célula se empieza a deshidratar, a los -50°C la suspensión celular se retira del congelador biológico y se almacena en nitrógeno líquido (11).
- **Descongelación:** Este procedimiento es previo a la transfusión del paciente, y se da de >100°C/min para evitar la recristalización del agua y evitar dañar las membranas, este procedimiento podría causarle al paciente: náuseas, vómitos, hasta complicaciones cardiovasculares y

neurológicas; hallazgos clínicos han propuesto para evitar reacciones adversas asociadas al trasplante de progenitores hematopoyéticos evitar el uso de DMSO (dimetilsulfoxido), previo a la infusión con técnicas de centrifugación o manual (11).

4.1.12. Importancia clínica del uso de células de cordón umbilical:

De acuerdo a revisiones sistemáticas de estudios de sangre de cordón umbilical para el tratamiento regenerativo, se identificaron un promedio de 16 estudios presentados para evaluar la eficacia entre ellas estaban las enfermedades como parálisis cerebral (4 estudios) con mejoría con los trasplantes alogénicos de 1,3 y 6 meses respectivamente, diabetes tipo 1 (3 estudios) tanto el trasplante alogénico como autólogo mostró similitud en sus controles y otro 9 estudios donde usaron células estromales mesenquimales y hematopoyéticas y con puntos de mejoría similares a los estudios anteriores así como la mejoría progresivamente; sin embargo, aún es necesario que los pacientes se inscriban en los ensayos clínicos y estos sean socializados (15).

Casos como la parálisis cerebral son causas comunes en la discapacidad de los niños y hace referencia desde una disfunción leve hasta una hemiplejia o cuadriplejia y para ello no hay cura. Sin embargo, las células de la sangre de cordón umbilical poseen propiedades antiinflamatoria, antiapoptótico y antioxidante contribuyendo a la reparación cerebral y su capacidad de reducir la infiltración de células TCD4+ en el cerebro y reducir la activación microglial, actualmente existen aproximadamente 21 ensayos clínicos, 6 completados en prematuros y recién nacidos por asfixia perinatal demostrando la capacidad de evitar apoptosis en las células en un promedio de 72, otros estudios con tratamiento a las 12 horas y 5 días después han

demostrado ser de contribución al reducir la neuroinflamación y/o reparar la lesión cerebral para prevención de la lesión cerebral hipóxico-isquémica (16,17).

El uso óptimo de las células de sangre de cordón para terapia generativa, tal es el caso de trastorno del espectro autista (TEA), de un estudio de 25 niños con edades entre 4-6 años con diagnósticos de TEA fueron sometidos a terapias con células de sangre de cordón umbilical autólogos posterior a ello con controles de 6 y 12 meses se observaron mejoras a los 6 meses en cocientes de inteligencia no verbal; siendo de importancia en sus habilidades de comunicación y de autismo, evidenciando un vocabulario expresivo mejorando el comportamiento de los niños (18).

Las células mesenquimales han demostrado sus múltiples propiedades, uno de ellas es ser antiinflamatorias e inmunomoduladoras, dado el caso de un estudio donde participaron 8 pacientes con isquemia crítica de extremidades, realizando una comparación con 8 voluntarios sanos con la intención de evaluar los cambios en IL-6, IL-10, TNF- α , se encontró en 24 horas un aumento del TNF- α y al mes la disminución significativamente así mismo se observó que los linfocitos T CD3+T, CD3+CD4+y células NK disminuyeron equivalente y proporcional a la muerte celular, llegando a la conclusión que gracias a las propiedades de dichas células contribuyen al manejo de lesiones y heridas que son difíciles de controlar (19).

Durante muchos años la solución a la fibrosis hepática en etapa final ha sido el trasplante de hígado, pero es una solución limitada por factores como la tasa de incidencia, falta de donantes, enfermedad de injerto contra huésped. El potencial de las células mesenquimales y las propiedades de diferenciarse en células parenquimatosas hepáticas y su inhibición de inmunorespuesta han logrado la

regeneración del hepatocito, la mejoría y evolución del hígado como la función hepática, ha contribuido a que se sigan realizando investigación en aporte a este método terapéutico (20).

Otro uso de las células madre mesenquimales es en estudios de lupus eritematoso sistémico, 30 pacientes con LES fueron sometidos a infusiones de células mesenquimales derivadas de la sangre de cordón umbilical con seguimiento notaron que Th17 y la IMF de IL-17 disminuyeron en 1 mes, 3 meses, 6 meses y 13 meses post trasplante; notaron la disminución de TNF α (necrosis tumoral alfa) a la semana, TGF- β (crecimiento transformante beta) aumentó dado que las células mesenquimales regulan el aumento de Treg (células T periféricas) y la baja de células Th17 (células T helper 17) mediante la regularización de TGF- β y PEG2 (prostaglandina natural E2) en pacientes con Lupus Eritematoso Sistémico; con el mecanismo de adición y la dosis no dependiente y dosis dependiente del contacto célula- célula, de esta manera beneficia a la regulación en los pacientes de lupus (21).

Un papel transcendental en el tratamiento de enfermedades hematológicas es el uso de las células de sangre de cordón umbilical, tal es el caso de un estudio referente al uso de ellas en leucemia mieloide aguda y el síndrome mielodisplásico con citosis blástica un estudio de cohorte sobre estas células en 64 pacientes (38 casos con síndrome mielodisplásico y 26 casos de leucemia mieloide aguda), se observaron las tasas de implantación de hasta el 100%, tasa de supervivencia y libre de enfermedad de EICH a 3 años, mejorando la calidad de vida de los pacientes con estos trastornos (22).

Un estudio relacionado al Síndromes de Shwachman Diamond, desorden autosómico caracterizado por falla pancreática y con posibles complicaciones a desarrollar mielodisplasia, anemia aplásica y leucemia, 3 pacientes con dicho síndrome y con aplasia grave recibieron trasplantes alogénicos con un promedio de vida de 309, 623 y 2029 días respectivamente y con el monitoreo constante de EICH, precisan el uso de trasplantes sin relación como una alternativa en pacientes sin almacenamiento de sangre de cordón umbilical (23).

4.2. ASPECTOS ÉTICOS:

4.2.1. Respeto a la dignidad humana, la protección de la especie humana es un tema bioético; los avances científicos y los ensayos clínicos que se aporten deben siempre salvaguardar la identidad del hombre, el uso del cordón umbilical fue considerado producto de desecho y en países donde no poseen bancos de cordón umbilical (10).

4.2.2. Respeto a la integridad del cuerpo, la integridad del cuerpo no es puesta en peligro con la donación de sangre de células de cordón umbilical, ni su almacenamiento y conservación, cabe recalcar que la sangre pertenece al cuerpo, y las cantidades recolectadas no ponen en peligro ni a la mamá ni al recién nacido, y en tanto se regenerarán (10).

4.2.3. Respeto al respeto a la privacidad, es necesario llevar la confidencialidad y privacidad al ser datos de salud los que maneja un banco de sangre de cordón umbilical, datos como la religión, creencia, ideología deben ser por consentimiento escrito, así mismo el consentimiento del afectado; de esta manera se garantiza la integridad de la información de acuerdo a los estatutos de ley (10).

4.2.4. Respecto al principio de Buena fe y Publicidad Veraz, el resguardo del depósito de buena fe de las células de sangre de cordón umbilical forma parte del comportamiento ético, claramente se le debe brindar información completa sin ocultar datos hacia los interesados, esto es para aquellos bancos que con información engañosa no evidencian los pasos contractuales, incluso ensayos clínicos como en el caso de protocolos de investigación, las fases pre clínicas y clínicas, todas estas deben ser plasmadas en los contratos y en las informaciones que se les brinda a los que deseen hacer uso del depósito de dichas células (10).

4.2.5. Respecto a la solidaridad, no debe ser tratada como mercancía, ni la donación puede tener intereses mercantiles, de esta manera se promueve la solidaridad hacia la población, sin embargo, se pone en cuestionamiento en donaciones alogénicas o autólogas intrafamiliares, en base a que estarán dirigidas entre familia y no a otras personas que lo requieran, para ello existen posturas que alegan el rechazo de las donaciones autólogas y exigen la disposición a terceros, tal es el caso de los bancos privados, es preciso indicar que no toda acción debe ser expuesta al principio de solidaridad, la solidaridad debe ser libre (10).

4.2.6. Respecto a la justicia al acceso de los servicios de salud, en este principio se consideran dos situaciones: La justicia de la preservación de las muestras de sangre de cordón umbilical para el beneficio, respetando el principio de solidaridad donde precisa que es un acto de ayuda a la sociedad y los sistemas de conservación de estas muestras y la coexistencia de la donación alogénica y el otro autóloga, es decir, bancos públicos y bancos privados;

cumple con el principio de justicia con el objetivo del bien común con la alternativa de que ambos bancos promuevan la solidaridad (10).

4.3. ENTIDADES CERTIFICADORAS DE SANGRE DE CORDÓN UMBILICAL:

4.3.1. AABB: Entidad acreditadora internacional que representa a las instituciones en el campo de terapia celular y medicina transfusional, colabora con la elaboración de normas, acreditaciones, programas; sus bancos certificados de sangre de cordón umbilical son los encargados del procesamiento y almacén de las células de sangre de cordón umbilical, cuenta con 38 banco acreditados hasta la actualidad (24).

Su programa de acreditación se basa en las leyes y regulaciones federales de los Estados Unidos, certificada por Centers for Medicaid and Medicare Services (CMS) organismo de acreditación de CLIA, para dar la certificación y revisar si cumplen los bancos acreditados, cada dos años un especialista en sangre de cordón umbilical, un especialista de ética y médicos especialistas en trasplantes de células madre inspeccionan; esta acreditación es la más utilizada en Estados Unidos y Canadá. Los estándares en el caso de la terapia celular conocidos como cGMP, son diferentes en cada país, por ello nacen normas internacionales en Europa y en Estados Unidos la FDA establece las GMP (25).

4.3.2. NetCord- FACT: Foundation for the Accreditation of Cellular Therapy : Organización que desarrolla normas, acreditaciones en el campo de la terapia celular y medicina regenerativa, los bancos que lo conforman son públicos y de familia, las normas y métodos de acreditación abarcan desde la recolección, el almacenamiento y liberación; los bancos de familia tienen 72

horas después del inicio de proceso de recolección y los públicos tienen 48 horas, estas inspecciones se llevan a cabo cada 3 años, y es supervisado por especialistas de trasplante, hasta el momento se ha acreditado bancos en 23 países y 5 continentes (25).

En su séptima edición de los estándares internacionales es promover las normas y protocolos de laboratorio en todos los bancos de sangre de cordón umbilical, la acreditación por tal se basa en el cumplimiento de dichas normas y como requisito primordial haber recolectado un mínimo de 500 unidades de sangre de cordón umbilical ya sea para uso: no relacionado, relacionado o ambos, la comisión de inspección para la acreditación incluye por lo menos tres inspectores e intérpretes para aquellos bancos cuyo idioma inglés no sea el principal, participan profesionales como: médicos de trasplante, directores de bancos de sangre de cordón umbilical, directores de instalaciones de procesamientos de bancos de sangre; una vez acreditados se inspeccionan cada tres años para evaluar los cumplimientos (26).

4.4. ASPECTO LEGAL- ECONOMICO:

4.4.1. Titularidad o representación legal de los padres:

El cordón umbilical viene a ser un elemento del recién nacido, por tanto, tendría derecho sobre ello el recién nacido, sin embargo, en base de una facultad limitada por ser recién nacido, sus padres tienen la decisión de donar la muestra o resguardarla para un futuro. Es claro que con la mayoría de edad podrá decidir si este se encuentra en un banco privado y continuar conservándola o donarla a un banco público, la toma de decisiones se precisará en el consentimiento

informado previo a la recolección es allí que los padres precisarán si el recién nacido podrá disponer del material biológico de acuerdo a sus facultades físicas y mentales (10).

4.4.2. Bancos de sangre a nivel mundial: normativas legales

4.4.2.1.Inglaterra:

El Reino Unido y su comité de Seguridad de la sangre, tejidos y los Órganos (SaBTO) especificado en las directrices de “Guidance on the microbiological safety of human organs, tissues and cells used in transplantation” se publicó en el 2014 y sustituyó a la primera del 2011, permite a los bancos privados y la preservación de la sangre de cordón umbilical, esta es almacenada sin pruebas previas y puestas en cuarentena, utiliza pruebas serológicas y NAT, estas pruebas se usan previas al uso y toda conservación de sangre de cordón umbilical el individuo tiene responsabilidad legal frente a cualquier riesgo en la sangre de cordón y la trazabilidad del almacenamiento de estas, actualmente posee 02 bancos de sangre de cordón umbilical (27)

4.4.2.2.Estados Unidos:

El organismo que regula la recolección, preservación y los trasplantes de células de sangre de cordón umbilical es la FDA (Food and Drug Administration), el primer banco fue fundado el 1992 en Nueva York y fue el primero a nivel mundial; en la actualidad dado los beneficios de estas células el congreso emitió una legislación que obliga a educar a la población sobre la donación de sangre de cordón umbilical ciudades como: Arizona,

Arkansas, California, Colorado, Connecticut, Florida, Georgia, Hawái, Illinois, Indiana, Kansas. Luisiana, Maryland, Massachusetts, Michigan, Mississippi, Missouri, Nueva Jersey, Nueva Jersey, Nueva York, Carolina del Norte, Dakota del Norte, Ohio, Oklahoma, Pensilvania, Rhode Island, Tennessee, Texas, Virginia, Washington y Wisconsin han optado por educar a la población e inclusive han creado un Consorcio Público del Banco de Tejidos de Sangre de Cordón umbilical así como un Fondo de curación de Células Madres Adultas todo ello con el fin de promover la concientización en los padres; en su norma 21 - 1271 actualizada en el 2004 lo específica, posee 26 bancos entre públicos, de familia y privados; los registros se hacen por “ Be the match”(28).

- a) Todos los bancos deben ser aprobados por la FDA.
- b) Para ser acreditados los laboratorios deben cumplir con el manual de la FDA, Good Tissue Practice, NetCord- FACT.

4.4.2.3.Francia:

Este país posee bancos públicos de células madre, no fomenta la conservación en bancos privados, los bancos se autofinancian y las muestras pueden llegar a tener un costo de siete mil euros, posee cinco bancos, ligado con el Comité de Ética Europeo y NetCord- FACT acreditado, los registros se dan por REDMO que es el Registro de Donantes de Médula Ósea desde 1994, este ligado a las comunidades autónomas puede desarrollar actividades y se renueva cada 3 años periódicamente; este organismo gestiona la base de datos de donantes compatibles en el caso de médula ósea, sangre periférica o sangre de cordón umbilical, ello regulado por las normas

del Real Decreto de Ley (RDL) 9-2014, relacionado al uso de células, tejidos, y debe cumplir los estándares de la World Marrow Association (WMDA) (29).

4.4.2.4.Italia:

Los bancos privados están prohibidos y asevera que la sangre de cordón umbilical es un recurso nacional, mientras no exista una prueba científica donde avale la necesidad de la muestra por parte del donante, relacionado con NetCord- FACT posee bancos públicos y de familia, posee 19 bancos, se fomenta el acto de donación siguiendo normas francesas (10).

4.4.2.5.Alemania y Australia:

Se encuentra relacionado con el Registro Nor alemán de donantes de médula ósea y células madre, posee bancos privados y restricciones menores de acuerdo a la normativa del Ministerio de Salud Alemán mediante la Guía para trasplante de sangre de cordón umbilical permite la conservación en bancos autólogos, en Alemania se encuentran 9 bancos y en Australia 3 bancos de sangre de cordón umbilical (30).

4.4.2.6.España:

País que se posiciona en primer lugar en Europa, y tercero en el mundo sobre sangre de cordón umbilical, con 57.000 unidades que son resguardadas en 7 bancos públicos; es decir; corresponde al 10% de las unidades a nivel mundial, hasta el momento se han salvado vidas de 1934 pacientes entre:

533 españoles y 1381 extranjeros, estos bancos están acreditados por NetCord-FACT (30).

Se emitió el Real Decreto de Ley 9/2014 donde precisa: procesamiento, almacén, distribución, autorizaciones, requisitos, sistemas de biovigilancia, inspecciones y evaluaciones de las células y tejidos, este decreto regula y pretende que se respete el control de las importaciones y exportaciones de la sangre de tejido umbilical y otros tejidos; nace a partir del uso y beneficio de las células y tejidos, resalta la importancia de la donación altruista y la no percepción económica o de alguna índole con el objetivo que sea de carácter voluntario, altruista y cumpla con las medidas respectivas en referencia a aquellos centros dedicados a estos procedimientos; se asocia a la ley 14/2006 sobre las técnicas y su uso excluyendo todo lo que no sea de investigación para la aplicación al cuerpo humano (31) ,el registro se hará a través de REDMO, actualmente posee 09 bancos de sangre de cordón umbilical.

4.4.2.7.Sudáfrica:

Posee una base de datos que es el Registro de Médula Ósea de Sudáfrica (SABRM) desde 1991 que fue establecida y se asoció con el banco de Sangre de cordón Umbilical de África, Net Cells, banco privado y comunitario simultáneamente, de esta manera desde abril del 2021 los padres pueden guardar o donar la unidad de sangre de esta manera podría beneficiar a las personas locales o extranjeros, además que SABRM podrá

ser parte del registro mundial de donantes de sangre de cordón umbilical (32).

4.4.2.8.Chile

Inició el programa de terapia con células de sangre de cordón umbilical en el 2007. Posee un banco público familiar HLCM-PINDA (Programa Infantil Nacional de Drogas Antineoplásicas), acreditado por NetCord- FACT, y resguardado por las normas de Trasplantes y Donación de Órganos 20.413; el registro se realiza en Bone Marrow Donors Worldwide (BMDW), cuya base de datos más completa se encuentra en Holanda con un registro de 690 799 de muestras de sangre de cordón umbilical y 2'781 0532 donantes no relacionados, regido por las normas éticas de la Declaración de Helsinki así como del comité de Ética Científico Pediátrico del Servicio de Salud (33), se ha presentado un proyecto de ley específico N° 14-06-2016 que regule el banco de sangre de células madre de sangre de cordón umbilical y placenta para trasplante alogénico para la red pública, sin embargo los trasplantes no son cubiertos por el sistema de salud Chileno y el uso de estas células del extranjero no es económico, con más de 500 unidades almacenadas desde su creación, el proyecto pretende el trasplante alogénico a quien lo necesite y la conservación en los bancos públicos de manera económica (34).

4.4.2.9.México:

La conservación de células de sangre de cordón umbilical aún no ha sido mediada por una norma que avale dicha instancia, sin embargo, la Ley General de Salud regula el uso de estas células y los establecimientos que

resguarden ellas. La Norma Mexicana NOM-253-SSA1-2012 establece el uso de la sangre y su papel terapéutico, aún no hay una ley específica para las células de sangre de cordón umbilical y la protección (35), México posee 5 bancos públicos de sangre de células de cordón umbilical en la actualidad (30).

4.4.2.10. Argentina:

Posee un banco de sangre de cordón umbilical. Esta es regularizada por el Instituto Nacional Central Único Coordinador de Ablación (INCUCAI), esta acredita a los bancos autólogos en base a la resolución 69/09 señala que los bancos de células madres y células congeladas de cordón umbilical privados son de uso público y gratuito, con el principio de protección integral de la familia y sus hijos, la de protección de la salud y el interés superior del niño (artículos 33, 42, 75; Incisos 22, 23 de la constitución nacional Argentina), de esta manera ha sido una ley de controversia para los padres y fuerza a los bancos privados a incluir en sus contratos la devolución de cierta parte del pago en caso de que la muestra haya sido utilizada por un paciente compatible (36). El uso de las células de sangre de cordón umbilical se protege con la Ley 24.193 acerca de la obtención de la sangre de cordón umbilical para trasplante modificada por la Ley 26.066. Actualmente posee 5 bancos (30).

4.4.2.11. Perú:

No cuenta con un banco público de células de sangre de cordón umbilical, sin embargo, posee bancos privados encargados de almacenaje autólogo, el Perú tiene algunas resoluciones que avalan el uso de las células progenitoras en trasplante; DS N° 014-2005-SA, Reglamento de la Ley General de donación y trasplante de órganos y/o tejidos humanos y sus modificatorias, RM N°520-2014/MINSA que aprueba NT N°107-MINSA/ONDT norma técnica que regula el trasplante de células progenitoras, dicha norma regula los trasplantes autólogo y alogénicos de igual manera aquellos centros que reciban a estos donadores, poseen una ONDT que se refiere a la organización nacional de donación y trasplante, a la vez manifiesta que la captación de donantes deben ser realizados por centros autorizados por MINSA, quien también establece los requisitos para un banco nacional, y acreditación de este en conjunto a los cumplimientos que emite FACT (37), recientemente se ha promulgado una NTS N°151-MINSA/2019/DIGDOT V. 01 para acreditación de establecimientos de salud donador-trasplante tras haber realizado el programa de cirugía experimental con un mínimo de 3 actividades al año, con renovación de la acreditación cada 3 años (38).

5. CONCLUSIONES:

- En el Perú existen 2.400 pacientes anualmente padecen enfermedades hematológicas, el 80% de estos pacientes que necesitan trasplante no cuenta con donantes compatibles familiarizados, el trasplante de células progenitoras hematopoyéticas de cordón umbilical es una método no invasivo y de esta manera se pueden obtener donantes compatibles por las características inmunomoduladoras que posee, como tal la necesidad de aquellas familias que resguardan el material genético comprenden de 3 en 5000 respecto al uso, resaltando cuán importante es poseer un banco nacional público de células de sangre de cordón umbilical a disposición de la población.
- La técnica in/ex útero y el mayor peso del recién nacido ha demostrado la reducción de la contaminación cruzada con sangre materna, aislando mayor cantidad de células nucleadas y CD34+ importante para el uso de la terapia regenerativa.
- Es necesario que las donaciones sean públicas y promover dichas donaciones para de esta forma acrecentar la base de datos de los registros de donantes y compatibilidades, como de igual manera conectar dicha base con las bases internacionales de modo que exista una amplitud en la búsqueda de un donante compatible.
- El uso de las células hematopoyéticas y mesenquimales en la actualidad son de ayuda en terapias estándares, ensayos clínicos y experimentales tales como: la reparación de cartílago, hueso, tejido cardíaco, trastornos hematológicos, metabólicos, tumores sólidos, neurológicos, autoinmunes, cardiovasculares hereditarias del sistema inmunitario y otros órganos siendo de aporte a la

mejora de enfermedades en pacientes con dichos padecimientos, acortando los periodos expuestos a rechazo de injerto, aumento de tasa de supervivencia de hasta un 100%.

- El uso de la sangre de cordón umbilical no atenta sobre los principios éticos de la dignidad humana e integridad del cuerpo dado que la recolección, almacenamiento y conservación no pone en peligro ni a la mamá ni al recién nacido, así como vela por la integridad del hombre cumpliendo con el respeto a la privacidad, brindándole la información completa y veraz haciendo uso del principio de solidaridad al donar la sangre a pacientes que lo necesiten.

- En el Perú no existe norma que legisle y regule los bancos existentes que son privados, solo normas que rigen posibles acreditaciones a establecimientos de salud que aún no cuentan con los requisitos, dado que los bancos que tenemos son privados con tasas poco accesibles para el bolsillo o gasto de la población es poca la promoción de dicho resguardo de material biológico por ende aún se desecha en establecimientos nacionales durante el alumbramiento.

- Fomentar y educar a la a población sobre la importancia y conservación de la sangre de cordón umbilical, así mismo la creación de un banco público de sangre de Cordón umbilical.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Wojciech Z, Dobrzynski M, Szmonowicz M. Et al. Stem cells: Past, present, and future. BMC [Internet]. 2019.[Consultado el 05 julio del 2021]; 10(1):68. Disponible en: Stem cells: past, present, and future | Stem Cell Research & Therapy | Full Text (biomedcentral.com)
2. Parent's Guide Cord Blood [Internet]. Estados Unidos: Accreditation Standards. 2022. [Actualizado el 20 de setiembre del 2021; consultado el 09 de julio del 2021]. Disponible en: Accreditation Standards (parentsguidecordblood.org)
3. Calderón E. Evaluación del programa nacional de sangre placentaria CordMX. Logros y expectativas. Rev Med Inst Mex Seguro Soc [Internet]. 2005. [Consultado el 05 julio del 2021] 43(6):127-129. Disponible en: Evaluación del programa nacional de sangre placentaria CordMX. Logros y expectativas (medigraphic.com)
4. Foundation for the accreditation of cellular therapy [Internet]. Estados Unidos: Establishing global standards in cellular therapies. 2021. [Actualizado en el 2020; consultado el 09 de julio del 2021]. Disponible en: NORMAS Y RECURSOS (factwebsite.org)
5. American Academy of Pediatrics [Internet]. Estados Unidos: La AAP recomienda el uso de bancos públicos para donar sangre del cordón umbilical. 2017. [Actualizado el 01 de mayo del 2021; consultado el 07 de octubre del 2021]. Disponible en: <https://www.healthychildren.org/Spanish/news/Paginas/AAP-Encourages-Use-of-Public-Cord-Blood-Banks.aspx>
6. Guerra A, Peñaflor K, Mayani H. Banco y trasplante de sangre del cordón umbilical en un programa nacional: trece años de experiencia. Elsevier [Internet].

2019. [Consultado el 17 octubre del 2021]. 51(1): 54-62. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0188440919306708?via%3Dihub>

7. Vanegas, D., Triviño, L., Galindo, C., Franco, L., Salguero, G., Camacho, B., & Perdomo-Arciniegas, A. M. A new strategy for umbilical cord blood collection developed at the first Colombian public cord blood bank increases total nucleated cell content. *Transfusion*, 2017; 57(9), 2225-2233. [Consultado el 06 julio del 2021]. Disponible en: A new strategy for umbilical cord blood collection developed at the first Colombian public cord blood bank increases total nucleated cell content - Vanegas - 2017 - *Transfusion* - Wiley Online Library

8. Torres D, Cerón W, Córdova B. Et al. Evaluación de umbrales mínimos de celularidad en unidades de sangre de cordón umbilical en el instituto nacional materno perinatal del Perú. *Revista Peruana de Medicina de Experimental y Salud Publica* [Internet]. 2016. [Consultado el 06 julio del 2021]. 33(4), 695-699. Disponible en: Evaluación de umbrales mínimos de celularidad en unidades de sangre de cordón umbilical en el instituto nacional materno perinatal del Perú — Universidad Nacional Mayor de San Marcos (unmsm.edu.pe)

9. López I. Recuento de células progenitoras hematopoyéticas de sangre de cordón umbilical de madres sanas. 2008. [Consultado el 15 octubre del 2021]. Disponible en <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/QB890.pdf>

10. Lucea J. Umbilical cord blood banks. Ethical aspects. Public versus private Banks. *Cuadernos de Bioética*, 2012; 23(2), 269-285. [Consultado el 17 octubre del 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23130743/>

11. Centurión A. Células madre de cordón umbilical. Lineamientos para una regulación y la necesidad de banco público. Repositorio Institucional PIRHUA [Internet]. 2015. [Consultado el 05 julio del 2021]. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2472/DER_020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
12. Pérez T. Capítulo 35: Las células madre o progenitoras. España: Libro de salud cardiovascular del Hospital Clínico San Carlos de la Fundación BBVA, 2009. [Consultado el 03 julio del 2022]. 35. 321-326 Disponible en: https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE_2009_salud_cardiovascular.pdf
13. Callejas P, Longas, Gimeno M. Células madre de cordón umbilical: usos clínicos y perspectivas. Open Access [Internet]. 2014. [Consultado el 15 octubre del 2021]. Disponible en: http://www3.uah.es/dianas/article/3/1/dianas_2014_3_1_e20140904_sosa-callejas_y_gimeno-longas.pdf
14. Petrazko T, Elmoazzen H, Smith S. A review of factors influencing the banking of collected umbilical cord blood units. Hindawi [Internet]. 2013. [Consultado el 05 julio del 2021]. Disponible en: A Review of Factors Influencing the Banking of Collected Umbilical Cord Blood Units (hindawi.com)
15. Aziz J, Liao G, Adams Z, Rizk M. et al. Systematic review of controlled clinical studies using umbilical cord blood for regenerative therapy: Identifying barriers to assessing efficacy. PubMed [Internet]. 2019. [Consultado el 10 Julio del 2021]. 21(11):1112-1121. Disponible en: Systematic review of controlled clinical

studies using umbilical cord blood for regenerative therapy: Identifying barriers to assessing efficacy - PubMed (nih.gov)

16. McDonald, C. A., Fahey, M. C., Jenkin, G., & Miller, S. L. Umbilical cord blood cells for treatment of cerebral palsy; timing and treatment options. *Pediatric Research*, 2018; 83(1), 333-344. [Consultado el 10 Julio del 2021]. Disponible en: Umbilical cord blood cells for treatment of cerebral palsy; timing and treatment options - PubMed (nih.gov)

17. Courtney AM, Penny TR, Patón CB. Et al. Effects of umbilical cord blood cells, and subtypes, to reduce neuroinflammation following perinatal hypoxic-ischemic brain injury. *PubMed [Internet]*. 2018. [Consultado el 10 Julio del 2021]. 15(1):47. Disponible en: Effects of umbilical cord blood cells, and subtypes, to reduce neuroinflammation following perinatal hypoxic-ischemic brain injury - PubMed (nih.gov)0

18. Dawson G, Sol MJ, Davlantis K. Et al. Autologous Cord Blood Infusions Are Safe and Feasible in Young Children with Autism Spectrum Disorder: Results of a Single-Center Phase I Open-Label Trial. *PubMed [Internet]*. 2018. [Consultado el 10 Julio del 2021]. 6(5):1332-1339. Disponible en: Las infusiones autólogas de sangre del cordón umbilical son seguras y factibles en niños pequeños con trastorno del espectro autista: resultados de un ensayo abierto de fase I de un solo centro - PubMed (nih.gov)

19. Wen- Hui G, Hon-Ye G, Yue-Tong L. Et al. Effectiveness of umbilical cord mesenchymal stem cells in patients with critical limb ischemia. *PubMed [Internet]*. 2019. [Consultado el 12 Julio del 2021]. 153(9):341-346 Disponible en:

Effectiveness of umbilical cord mesenchymal stem cells in patients with critical limb ischemia - PubMed (nih.gov)

20. Tuo L, Zeng W, Xue L. Et al. Umbilical cord mesenchymal stem cells and their association with liver fibrosis. PubMed [Internet].2017. [Consultado el 12 julio del 2021]. 25(1):65-68. Disponible en: [Células madre mesenquimales del cordón umbilical y su asociación con la fibrosis hepática] - PubMed (nih.gov)

21. Wang D, Huang S, Yuan X. Et al. The regulation of the Treg/Th17 balance by mesenchymal stem cells in human systemic lupus erythematosus. PubMed [Internet]. 2017. [Consultado el 12 julio del 2021]. 14(5):423-431. Disponible en: The regulation of the Treg/Th17 balance by mesenchymal stem cells in human systemic lupus erythematosus - PubMed (nih.gov)

22. Zhu J, Tang L, Song D. Et al. Comparison of umbilical cord blood transplantation and hematopoietic stem cell transplantation from HLA-matched sibling donors in the treatment of myelodysplastic syndrome-EB or acute myeloid leukemia with myelodysplasia-related changes. PubMed [Internet]. 2019. [Consultado el 13 Julio del 2021]. 40(4):294-300. Disponible en: [Comparison of umbilical cord blood transplantation and hematopoietic stem cell transplantation from HLA-matched sibling donors in the treatment of myelodysplastic syndrome-EB or acute myeloid leukemia with myelodysplasia-related changes] - PubMed (nih.gov)

23. Vibhakar R, Radhi M, Rumelhart S. Et al. Successful unrelated umbilical cord blood transplantation in children with Shwachman-Diamond syndrome. PubMed [Internet]. 2005. [Consultado el 13 Julio del 2021]. 36(10):855-61.

Disponible en: Successful unrelated umbilical cord blood transplantation in children with Shwachman-Diamond syndrome - PubMed (nih.gov)

24. AABB [Internet]. Estados Unidos: Cellular therapy facilities, standards & accreditation. 2021. [Actualizado el 25 de enero del 2022; consultado el 13 julio del 2021]. Disponible en: AABB Accredited Cord Blood (CB) Facilities

25. Parent`s Guide to Cord Blood [Internet]. Estados Unidos: Accreditation Standards. 2021. [Actualizado el 20 de setiembre del 2021; consultado el 13 julio del 2021]. Disponible en: Accreditation Standards (parentsguidecordblood.org)

26. FACT [Internet]. Estados Unidos: Cord Blood Bank Standars. 2020. [Actualizado el 25 de octubre del 2021; consultado el 13 julio del 2021]. Disponible en: Estándares del banco de sangre del cordón umbilical (factwebsite.org)

27. SaBTO. Guidance on the microbiological safety of human organs, tissues and cells used in transplantation. 2020. [Consultado el 15 julio del 2021]. Disponible en: Microbiological safety guidelines (publishing.service.gov.uk)

28. CryoCellInternational [Internet]. Estados Unidos: Leyes de educación sobre la sangre del cordón umbilical. 2020. [Actualizado en el 2021; consultado el 15 julio del 2021]. Disponible en: Leyes de Educación en los E.E.U.U. sobre la Sangre del Cordón Umbilical (cryo-cell.com)

29. Fundación Internacional Josep Carreras [Internet]. España: Registro de Donantes de Médula Ósea (REDMO).2021. [Actualizado el 20 de enero del 2021; consultado el 15 julio del 2021]. Disponible en: Registro de Donantes de Médula Ósea (REDMO) | Fundación Josep Carreras contra la Leucemia (fcarreras.org)

30. FACT [Internet]. Estados Unidos: Mapa Mundi de Bancos Familiares. 2020. [Actualizado el 25 de octubre del 2021; consultado el 10 enero del 2022].

Disponible en: Estándares del banco de sangre del cordón umbilical (factwebsite.org)

31. BOE [Internet]. España: Real Decreto-ley 9/2014. 2014. [Actualizado el 26 de mayo del 2017; consultado el 15 julio del 2021]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rdl/2014/07/04/9>

32. SABRM [Internet]. Sudáfrica: SABMR partners with africa's biggest cord blood bank to improve donor matches, especially among ethnic groups. 2021. [Actualizado en el 2021; consultado el 15 julio del 2021]. Disponible en: SABMR se asocia con el banco de sangre de cordón umbilical más grande de África para mejorar las coincidencias de donantes, especialmente entre los grupos étnicos - South African Bone Marrow Registry

33. Sotomayor C, Salas L, Lattus J. Et al. Donación dirigida de sangre de Cordón Umbilical de Hermano Compatible en el Sistema de Salud Público de Chile. Scielo [Internet]. 2020. [Consultado el 15 julio del 2021]. 91(2). Disponible en: Donación dirigida de sangre de Cordón Umbilical de Hermano Compatible en el Sistema de Salud Público de Chile (scielo.cl)

34. Cámara de diputados Chile [Internet]. Chile: Establece normas sobre trasplantes de células madres de células de cordón umbilical y placenta. 2016. [Consultado el 15 julio del 2021]. Disponible en: <https://www.camara.cl/legislacion/ProyectosDeLey/tramitacion.aspx?prmID=11048&prmBoletin=10621-11>

35. Mora I, Quiroz A, Altamirano M. Et al. Los bancos de células madre de cordón umbilical y su necesidad de regulación en México. Elsevier [Internet]. 2019. [Consultado el 15 julio del 2021]. 5(2), 121-137. Disponible en: Los bancos

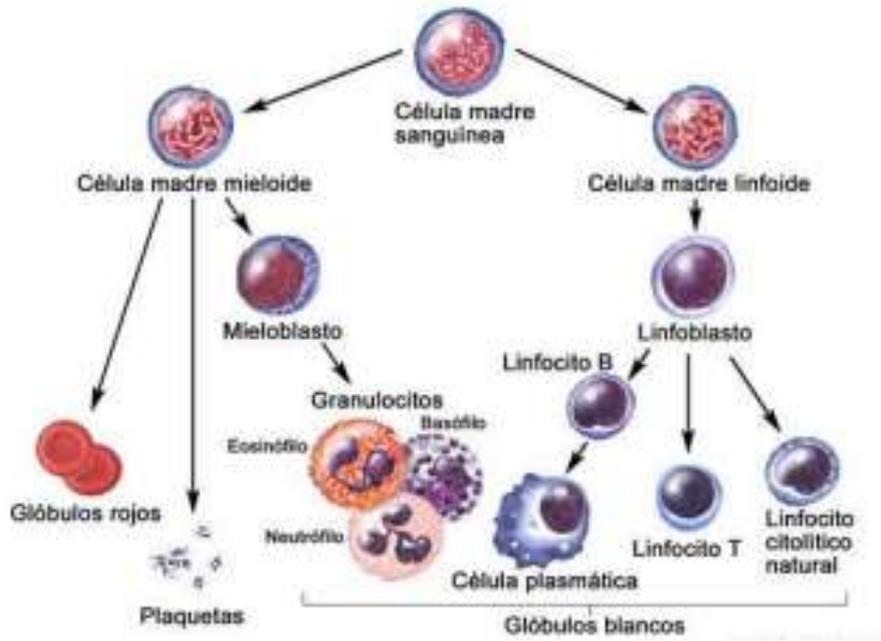
de células madre de cordón umbilical y su necesidad de regulación en México | BIOETHICS UPdate (elsevier.es)

36. Lafferriere J, Raskovsky M. Las Células Madre de Cordón Umbilical y la regulación de los Biobancos en un fallo de la Corte Suprema. UCA [Internet]. 2014. [Consultado el 15 julio del 2021]. 2371(2014). Disponible en: Las Células Madre de Cordón Umbilical y la regulación de los Biobancos en un fallo de la Corte (uca.edu.ar)

37. Ministerio de Salud [Internet]. Perú: Resolución Directoral N°107-MINSA/ONDT-V.01. 2014. [Actualizado en el 2014; consultado el 10 enero del 2022]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/201701/198469_RM520_2014_MINSA.pdf

38. Ministerio de Salud [Internet]. Perú: Resolución Directoral N°151-MINSA/2019/DIGDOTV.01. 2019. [Actualizado en el 2019; consultado el 10 enero del 2022]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/311789/Resoluci%C3%B3n_Ministerial_N__394-2019-MINSA.PDF

ANEXO 1: CLASIFICACION DE CELULAS MADRE



Fuente: Esquema de diferenciación de células madre. Medical and Scientific Illustration.

ANEXO 2: PROCESO DE DONACION DE LA SANGRE DE CORDON UMBILICAL

Las células madres del cordón umbilical

► La obtención

No representa ningún riesgo para la madre ni para el bebé.

Se puede llevar a cabo cuando todavía está la placenta, en la matriz o cuando ya ha sido expulsada.



Tras el parto, se ponen dos grampas en el cordón umbilical y se corta entre ellas para separar al recién nacido



Se obtiene entre **90 ml.** y **150 ml.** de sangre rica en progenitores hematopoyéticos (células madre)



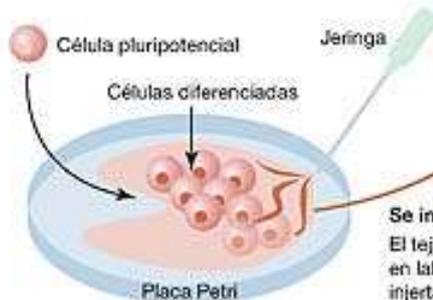
Después se congela gradualmente y se guarda en un tanque de nitrógeno líquido a **-198°**

Todas las características de la sangre queda registradas en una base de datos

► Dos maneras de usarlas

1º Diferenciando

Para dirigir su diferenciación la célula es cultivada en el laboratorio bajo las condiciones del tejido a conseguir



Una vez generado el tejido, es usado para trasplantes

En un infarto cierta cantidad de células de la zona afectada mueren

2º Sin diferenciar

Las células migran y se diferencian

Ciertos experimentos han demostrado que estas células iban a la zona dañada, allí se diferenciaban y sustitúan al tejido infartado

Se inyecta el tejido
El tejido conseguido en laboratorio se inyecta directamente en el corazón

Inyección de células indiferenciadas

► Cómo diferenciar una célula

Toda célula del cuerpo tiene la misma secuencia de ADN

Las células madres embrionarias tienen activada toda esa información

Las células diferenciadas sólo tienen activa la información de su tejido

Fuente: Elaboración propia

JAVC / DIARIO DE VALLADOLID / EL MUNDO

Fuente: Diario de Valladolid/ EL MUNDO

ANEXO 4: MAPAMUNDI DE BANCOS PUBLICOS



FUENTE: Parentsguidecordblood