



DOI: 10.26820/reciamuc/7.(2).abril.2023.134-142

URL: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1099>

EDITORIAL: Saberes del Conocimiento

REVISTA: RECIAMUC

ISSN: 2588-0748

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Artículo de revisión

CÓDIGO UNESCO: 32 Ciencias Médicas

PAGINAS: 134-142



Uso y aplicación de células madre en neonatología

Use and application of stem cells in neonatology

Utilização e aplicação de células estaminais em neonatologia

Erika Yolanda Alvarez Cruz¹; René David Salinas Martínez²; Ángelo Rigoberto Salinas Martínez³; Daniel José Poquiza Pacheco⁴

RECIBIDO: 23/02/2023 **ACEPTADO:** 12/03/2023 **PUBLICADO:** 06/05/2023

1. Médico; Investigadora Independiente; Guayaquil, Ecuador; charlottealvarez2020@outlook.com;  <https://orcid.org/0000-0003-4154-7187>
2. Magíster en Seguridad y Salud Ocupacional; Médico; Investigador Independiente; Guayaquil, Ecuador; d2_210625@hotmail.com;  <https://orcid.org/0009-0007-9195-3868>
3. Médico de la Universidad de Guayaquil; Investigador Independiente; Guayaquil, Ecuador; angelosalinas@hotmail.com;  <https://orcid.org/0000-0003-2210-8429>
4. Magíster en Salud y Seguridad Ocupacional Mención en Prevención de Riesgos Laborales; Médico; Investigador Independiente; Guayaquil, Ecuador; alygbn@gmail.com;  <https://orcid.org/0009-0006-5454-6406>

CORRESPONDENCIA

Erika Yolanda Alvarez Cruz
charlottealvarez2020@outlook.com

Guayaquil, Ecuador

RESUMEN

El interés por la utilización de las células madre, ha crecido de forma exponencial en los últimos años. En el área de neonatología, se han adelantado estudios en aplicaciones de las células madre en pacientes con displasia broncopulmonar. Asimismo, el rol inmunomodulador es otro de los beneficios terapéuticos de las células madre, además de un efecto anti apoptosis. Por último, se destaca que este tratamiento puede disminuir la inflamación e incrementar la reparación tisular, a través de un efecto paracrino. Las razones por las cuales esta terapia ha cobrado una gran atención, radican en la identificación, caracterización y aislamiento de las células madre embrionarias humanas y de las expectativas, de alguna forma prematuras, de que las células madre podrían ser capaces de curar innumerables enfermedades (enfermedades neurodegenerativas, cardíacas, endocrinológicas, etc.) gracias a su enorme potencial de diferenciación. En virtud de lo expuesto, la presente investigación tiene como propósito plasmar algunos de los usos y aplicaciones más importantes de las células madre en el área de neonatología. La investigación se llevó a cabo mediante una revisión de tipo documental bibliográfica. Se pudo constatar que existen estudios en diferentes fases, estudios en animales, en humanos, en cualquier caso, son promisorias las investigaciones en curso que han permitido realizar aplicaciones exitosas de células madres en el tratamiento de neonatos con displasia broncopulmonar, lesión pulmonar neonatal inducida por hiperoxia, como método preventivo para evitar el desarrollo de insuficiencia renal, como prevención de hidrocefalia congénita, en la reparación y la regeneración del tejido cerebral dañado tras la agresión hipóxico-isquémica, para el tratamiento del síndrome de hipoplasia del ventrículo izquierdo, entre los más resaltantes. Evidentemente se requiere de más investigaciones y de un control riguroso que permita la administración de las células madre de forma segura y responsable.

Palabras clave: Células Madre, Neonato, Uso, Aplicación, Neonatología.

ABSTRACT

Interest in the use of stem cells has grown exponentially in recent years. In the area of neonatology, studies have been carried out on the applications of stem cells in patients with bronchopulmonary dysplasia. Likewise, the immunomodulatory role is another of the therapeutic benefits of stem cells, in addition to their anti-apoptosis effect. Finally, it is highlighted that this treatment can reduce inflammation and increase tissue repair, through a paracrine effect. The reasons why this therapy has received a great deal of attention lie in the identification, characterization and isolation of human embryonic stem cells and the somewhat premature expectations that stem cells might be able to cure countless diseases (neurodegenerative, cardiac, endocrinological diseases, etc.) thanks to its enormous potential for differentiation. By virtue of the above, the purpose of this research is to capture some of the most important uses and applications of stem cells in the area of neonatology. The research was carried out through a bibliographic documentary type review. It was possible to verify that there are studies in different phases, studies in animals, in humans, in any case, ongoing research is promising, which has allowed successful applications of stem cells in the treatment of neonates with bronchopulmonary dysplasia, neonatal lung injury induced by hyperoxia, as a preventive method to avoid the development of renal failure, as prevention of congenital hydrocephalus, in the repair and regeneration of damaged brain tissue after hypoxic-ischemic aggression, for the treatment of left ventricular hypoplasia syndrome, among the most highlights. Obviously, more research and rigorous control are required to allow the administration of stem cells in a safe and responsible manner.

Keywords: Stem Cells, Neonate, Use, Application, Neonatology.

RESUMO

O interesse pela utilização de células estaminais tem crescido exponencialmente nos últimos anos. Na área da neonatologia, têm sido realizados estudos sobre a aplicação de células estaminais em doentes com displasia broncopulmonar. De igual modo, o papel imunomodulador é outro dos benefícios terapêuticos das células estaminais, para além de um efeito anti-apoptose. Por último, é de referir que este tratamento pode diminuir a inflamação e aumentar a reparação dos tecidos, através de um efeito parácrino. As razões pelas quais esta terapia ganhou tanta atenção residem na identificação, caracterização e isolamento das células estaminais embrionárias humanas e nas expectativas algo prematuras de que as células estaminais poderiam ser capazes de curar inúmeras doenças (neurodegenerativas, cardíacas, endocrinológicas, etc.) graças ao seu enorme potencial de diferenciação. Tendo em conta o que precede, o objectivo desta investigação é descrever algumas das utilizações e aplicações mais importantes das células estaminais no domínio da neonatologia. A investigação foi efectuada através de uma revisão bibliográfica documental. Verificou-se que existem estudos em diferentes fases, estudos em animais, em humanos, em qualquer caso, a investigação em curso é promissora e tem conduzido a aplicações bem sucedidas de células estaminais no tratamento de neonatos com displasia broncopulmonar, lesão pulmonar neonatal induzida por hiperóxia, como método preventivo para evitar o desenvolvimento de insuficiência renal, como prevenção da hidrocefalia congénita, na reparação e regeneração do tecido cerebral danificado após agressão hipóxico-isquémica, para o tratamento da síndrome de hipoplasia ventricular esquerda, entre as mais importantes. É evidente a necessidade de mais investigação e de um controlo rigoroso que permita a administração de células estaminais de uma forma segura e responsável.

Palavras-chave: Células estaminais, Neonato, Utilização, Aplicação, Neonatologia.

Introducción

Las células madre son la materia prima del cuerpo; a partir de ellas se generan todas las demás células con funciones especializadas. Bajo las condiciones adecuadas en el cuerpo o en un laboratorio, las células madre se dividen para formar más células llamadas células hijas. Estas células hijas se convierten en nuevas células madre o en células especializadas (diferenciación) con una función más específica, como células sanguíneas, células cerebrales, células del músculo cardíaco o células óseas. Ninguna otra célula del cuerpo tiene la capacidad natural de generar nuevos tipos de células. (Mayo Clinic, 2022)

Las células madre son células indiferenciadas, inmaduras, autorrenovables y capaces de generar uno o más tipos de células diferenciadas, caracterizadas por 2 propiedades esenciales; su capacidad de autorrenovación, fundamentada en la proliferación ilimitada y en su conservación como células indiferenciadas, y su habilidad para generar diferentes tipos celulares (óseas, sanguíneas, epidérmicas, cutáneas, neuronas, etc.); se encuentran divididas en:

- Células madre embrionarias
- Células madre adultas (CMA) o células madres mesenquimales (CMM), que se localizan en el tejido conectivo de diversos órganos, en la sangre periférica, el cordón umbilical y en algunos tejidos del feto. (Pimentel Parra & Murcia Ordonez, 2017, pág. 29)

Actualmente, la medicina regenerativa ha obtenido buenos resultados en el tratamiento de diversas enfermedades. Sin embargo, a pesar de las prometedoras expectativas de ésta, son muchas las aplicaciones que todavía no se han llevado a cabo debido a la falta de los conocimientos necesarios para el desarrollo de las mismas. Los avances en el campo de la medicina regenerativa se han vinculado estrechamente con los nuevos conocimientos adquiridos sobre las células

madre y su capacidad de convertirse en células de diferentes tejidos, lo cual ha contribuido significativamente a calificarlas como el pilar central de la medicina regenerativa. (Domínguez & Hernández, 2016, pág. 4)

La terapia con células madre avanza investigaciones en neonatos con diversas enfermedades, particularmente se registran mayores estudios para enfermedades pulmonares y coronarias. Para Villalón, Peñaloza, & Tuma, (2016) las aplicaciones de las células madre en niños con displasia broncopulmonar (DBP) son las más estudiadas. Asimismo, el rol inmunomodulador es otro de los beneficios terapéuticos de las células madre mesenquimales, ya que aparte de su potencial regenerativo, pueden modular la respuesta inmune innata y adquirida, además de un efecto anti apoptosis. Por último, se destaca que este tratamiento puede disminuir la inflamación e incrementar la reparación tisular, a través de un efecto paracrino. (p. 533)

Según las fuentes de Rivera, Rivera, Mera, & Vallejo, (2022) el interés por la utilización de las células madre, ha crecido de forma exponencial en los últimos años a raíz de la identificación, caracterización y aislamiento de las células madre embrionarias humanas y de las expectativas, de alguna forma prematuras, de que las células madre podrían ser capaces de curar innumerables enfermedades (enfermedades neurodegenerativas, cardíacas, endocrinológicas, etc.) gracias a su enorme potencial de diferenciación. Desgraciadamente, el debate científico sobre las aplicaciones terapéuticas de las células madre, adultas o embrionarias, se ha transformado en un debate político y mediático en detrimento del ambiente necesario que facilite el progreso científico. (p. 568)

En virtud de lo expuesto, la presente investigación tiene como propósito plasmar algunos de los usos y aplicaciones más importantes de las células madre en el área de neonatología.

Materiales y Métodos

Para desarrollar el presente estudio fue imprescindible el uso de ordenadores con conectividad a Internet por medio del cual se ubicó el material bibliográfico digitalizado que sirvió como base. Por lo que, se clasifica la misma investigación como documental bibliográfica, mediante la metodología de revisión.

La investigación estuvo enfocada en la búsqueda y revisión sistemática de literatura científicoacadémica seleccionada, apta en diferentes bases de datos, entre las que destacan: PubMed, MedlinePlus, Biblioteca Virtual de la Salud (BVS), SciELO, Medigraphic, Dialnet, Mayo Clinic y ELSEVIER, Cochrane, entre otras.

Se llevó a cabo una búsqueda aleatoria y consecutiva en las bases de datos antes expuestas, usando los siguientes descriptores: “células madre”, “células madre + usos + aplicaciones”, “células madre + usos + neonatos”. A partir de esos motores de búsqueda resultaron múltiples registros bibliográficos, los cuales fueron filtrados de acuerdo al idioma español e inglés, importancia y correlación temática. Asimismo, la fecha de publicación se limitó a los últimos siete años.

El material bibliográfico estuvo basado en documentos científicos como artículos, revisiones sistemáticas, libros, ensayos, folletos, tesis de grado, posgrado y doctorado, boletines, noticias, entre otras informaciones de interés científico y académico.

El equipo investigador dio lectura crítica y análisis a toda la evidencia científica seleccionada, lo que resultó consensuadamente en el fundamento de las ideas y planteamientos plasmados en el presente estudio.

Resultados

Villalón, Peñaloza, & Tuma, (2016) con base en sus fundamentos manifiestan acerca del uso y aplicación de células madre en neonatología que existe evidencia, en modelo animal y humano, respaldando el potencial terapéutico de las células madres o tronca-

les, en numerosas enfermedades como es el caso de la displasia broncopulmonar DBP, en la que la depleción o disfunción de estas células en el pulmón en desarrollo, sería parte de la patogenia. Así, el reemplazo de las células troncales residentes, podría generar un potencial beneficio terapéutico. Inicialmente, el origen de estas células era el sistema hematopoyético, hoy se están obteniendo, también, de otros tejidos, como células de cordón umbilical, que se han utilizado, incluso, en trasplantes de médula ósea. Así mismo, se están estudiando otras aplicaciones en neonatología, como síndromes malformativos de diagnóstico prenatal. Por estas razones, resultan una alternativa novedosa y atractiva, basada en sus capacidades inmunomoduladoras y regenerativas. (p. 530)

Por su parte, Zhou et al., (2022) manifiestan que las terapias celulares son un enfoque emergente para la investigación neonatal, con beneficios documentados para afecciones respiratorias, neurológicas y cardíacas neonatales en estudios preclínicos.

Enfermedades respiratorias

Ampliando un poco la información acerca de la displasia broncopulmonar (DBP) en neonatos, se puede destacar que de esta se derivan graves complicaciones de salud durante la niñez y en etapas posteriores de la vida, no existiendo hasta ahora ningún tratamiento efectivo y seguro. En este punto la terapia con células madre en estos casos ha sido probada exitosamente de la siguiente manera:

Las células madre mesenquimatosas (CMM), células que pueden multiplicarse y convertirse en un tipo diferente de célula, pueden proteger el daño a los pulmones de los recién nacidos en modelos experimentales de DBP. Las células madre mesenquimatosas pueden ser promisorias para los problemas de salud no tratables en lactantes que nacieron prematuramente, como la DBP, y así mejorar la supervivencia y la calidad de vida. (Pierro, Thébaud, & Soll, 2017)



Asimismo, Yang et al., (2011) citados por Villalón, Peñaloza, & Tuma, (2016) aseveran que el trasplante intratraqueal de células madre mesenquimales (CMM) derivadas de sangre de cordón umbilical humano (UCB) atenúa la lesión pulmonar neonatal inducida por hiperoxia. En su estudio con ratas, demostraron que el trasplante intratraqueal de CMM derivadas de UCB humanas con dosis apropiadas puede atenuar la lesión pulmonar inducida por hiperoxia a través de la participación activa de estas células en la modulación de las respuestas inflamatorias del huésped y el estrés oxidativo en ratas recién nacidas. (Pág. 533)

Enfermedades renales

Existe evidencia de que los bebés prematuros y de bajo peso al nacer presentan elevado riesgo de oligonefronia la cual representa el factor predisponente más importante en el desarrollo de insuficiencia renal en la edad adulta. Por ello se están desarrollando diversos estudios para determinar si la terapia con células madre para conseguir el número adecuado de nefronas puede ser un método preventivo para evitar el desarrollo de insuficiencia renal en el adulto. Para ello se desarrolla una técnica que consiste en promover la autorenovación y la diferenciación de células madre endógenas utilizando sustancias fisiológicas tales como T β 4. (Domínguez & Hernández, 2016, pág. 9)

Respalda esta corriente del abordaje preventivo con células madre, que comienza en el período perinatal en recién nacidos prematuros y de bajo peso al nacer, mediante la inducción de células madre renales pluripotenciales para generar nuevas nefronas después del nacimiento, para mejorar así la función renal y evitar el desarrollo de enfermedad renal crónica y enfermedad renal en etapa terminal durante el curso de la vida. (Grandi, 2021, pág. e485)

Enfermedades del sistema nervioso central (SNC)

En casos de hidrocefalia congénita por disrupción de la zona ventricular (ZV) y la hidrocefalia neonatal poshemorrágica, se ha demostrado la eficacia del trasplante de células madre neuronales (CMN) y CMM en su prevención. Sus ventajas incluyen una intervención única en la vida, lo que disminuiría las complicaciones derivadas de subsiguientes intervenciones y los costos a largo plazo; han demostrado utilidad para prevenir y revertir el daño neurológico, lo que representa una menor carga de morbilidad en los pacientes con hidrocefalia; son fáciles de obtener, sobre todo las CMM; y no acarrear limitaciones éticas significativas. (Uparela, Narváez, Quintana, Ramos, & Moscote, 2018, pág. 581)

El empleo de células madre es un campo cada vez más explorado para tratar todo tipo de enfermedades, entre ellas la encefalopatía hipóxico-isquémica neonatal. Esta terapia podría facilitar la reparación y la regeneración del tejido cerebral dañado tras la agresión hipóxico-isquémica, a través de su interacción con células del sistema inmunitario localizadas en órganos alejados del cerebro tales como el bazo, alterando de esta forma la respuesta inmune/inflamatoria. Así mismo, la recuperación funcional obtenida tras su administración puede deberse en parte a una interacción entre las células trasplantadas y el tejido cerebral, con la consiguiente producción de factores de crecimiento, cuyo efecto final se refleja en un aumento de la proliferación celular y de la neurogénesis. (Bravo Neira, Ormaza Barreto, Choles Ortega, & Guaigua López, 2023, pág. 332)

Por su parte, Bruschetti, Romantsik, Moreira, Ley, & Thébaud, (2020) en su estudio para determinar si los tratamientos con células madre salvan las vidas, o mejoran el desarrollo a largo plazo, de los recién nacidos que tienen una oxigenación cerebral deficiente al nacer (encefalopatía hipóxica-isquémica), en base a que se identificaron tres estudios potenciales, pero se excluyeron debido a la forma en que se diseñaron, lo que significó que sus resultados no podían

responder a la pregunta de revisión (estudios de fase 1), y a pesar de que existen 15 estudios en curso, concluyeron lo siguiente:

En la actualidad no hay evidencia procedente de ensayos aleatorizados que evalúe el efecto beneficioso o los daños de las intervenciones con células madre para la prevención de la morbilidad y la mortalidad después de la encefalopatía hipóxica-isquémica en los recién nacidos.

Enfermedades cardiovasculares

Un ensayo clínico de fase I es el primer estudio controlado por la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos que demuestra el potencial de la terapia regenerativa para el síndrome de hipoplasia del ventrículo izquierdo (HLHS, por sus siglas en inglés), mediante la recolección y el procesamiento de las propias células madre del recién nacido y de la inyección de las mismas directamente en el corazón durante una intervención quirúrgica. El estudio fue el primero en aplicar la terapia celular mediante inyección directa durante la cirugía cardíaca en niños. Al equipo del estudio se le exigió recoger los datos correspondientes a tres meses de seguimiento del primer bebé, antes de administrar la inyección al segundo niño; después, se le pidió lo mismo para el tercero. Los 10 pacientes se sometieron con éxito a la segunda cirugía en la que se les inyectó las células madre directamente en el corazón. No hubo ninguna muerte y los bebés tampoco tuvieron problemas importantes de seguridad durante los 6 meses de seguimiento desde la operación. De la investigación se derivó un protocolo que se puede reproducir para aplicar la terapia con células madre en los bebés con síndrome de hipoplasia del ventrículo izquierdo. (Mayo Clinic, 2019)

Otros usos

La evidencia preclínica respalda los efectos antiinflamatorios y regenerativos de estas terapias celulares en pulmones, corazón y

cerebro neonatal. Este conocimiento se ha traducido de manera segura en 12 estudios clínicos publicados: 11 ensayos en fase temprana y 1 ensayo clínico controlado randomizado en fase II. En los 12 ensayos participaron 206 bebés de todo el mundo: 123 (60%) eran recién nacidos a término y 83 (40%) prematuros. La evaluación de la eficacia hasta la fecha es limitada dado que los estudios completados han sido principalmente estudios de seguridad de fase I y II. Actualmente están registrados otros 24 ensayos que investigan sangre del cordón umbilical y terapias celulares derivadas de cordón umbilical en recién nacidos. (Zhou et al., 2022)

Consideraciones importantes

Las terapias regenerativas utilizando células madre, son una opción teórica, como alternativa de tratamiento en enfermedades perinatales, y si bien, impresiona promisorio, en campos como la cascada inflamatoria y sus consecuencias o la capacidad regenerativa en SNC y pulmón, también se ha considerado su potencial en enfermedades genéticas y síndromes malformativos. Sin embargo, aún no hay consensos y las aplicaciones en neonatología, están todavía en el campo de la investigación (Villalón, Peñalosa, & Tuma, 2016, pág. 534)

La promesa en el uso de las células madre es que, al ser multipotenciales, pudieran ser trasplantadas o “domesticadas” y dar así origen a las células adultas que se necesitan. Siendo así, sería posible curar muchas enfermedades provocadas por el desgaste o degeneración de las células normales. Sin embargo, es muy importante saber que los tratamientos con células madre son, con la excepción de muy contados casos, aún experimentales, por lo que debemos estar vigilantes a estos que no han sido comprobados científicamente y que se ofrecen en muchos centros médicos. El tratamiento de células madre utiliza células que tienen dos orígenes, aquellas que se obtienen



de la misma persona (células madre autólogas) y las que provienen de un donante (células madre alogénicas). Las células madre autólogas pueden obtenerse del tejido graso o adiposo, de la médula ósea o de la sangre. Las células madre alogénicas pueden obtenerse del líquido amniótico (líquido que baña al feto dentro del útero), de la placenta o del cordón umbilical. Esto lleva a advertir que los tratamientos con células madre que ofrecen las llamadas clínicas de “medicina regenerativa” no están avalados por la ciencia y que, por tanto, su uso puede ser inefectivo o peligroso. (Huerta, 2017)

Actualmente, las células madre, son un motivo de estudio que envuelve grandes expectativas, no obstante, organismos reguladores del área de la salud, como es el caso de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés), le preocupa que algunos pacientes que están en busca de curas y remedios caigan presa de tratamientos con células madre ilícitos y potencialmente perjudiciales. Es importante considerar que a pesar de que los investigadores esperan que algún día las células madre sean eficaces en el tratamiento de muchas enfermedades y trastornos médicos, estos tratamientos no sancionados pueden ser peligrosos. Todos los tratamientos médicos tienen riesgos y beneficios. Pero las terapias a base de células madre pueden ser particularmente peligrosas. Por ejemplo, los asistentes de un taller público organizado por la FDA en 2016 abordaron varios casos de efectos adversos graves. Un paciente perdió la vista debido a una inyección de células madre en el ojo. Otro recibió una inyección de médula espinal que ocasionó el crecimiento de un tumor medular. Otras posibles preocupaciones de seguridad para los tratamientos cuya eficacia no está comprobada son:

- las reacciones en el lugar de administración;

- la capacidad de las células de desplazarse desde el lugar en el que fueron colocadas y su multiplicación o transformación en tipos de células inapropiados;
- que las células no funcionen como se esperaba; y
- la aparición de tumores. (Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos - FDA, 2019)

Conclusiones

El uso y aplicación de células madre en neonatología, a pesar del entusiasmo en esta terapia prometedora, es muy joven y carece de evidencias sólidas que avalen su uso, principalmente en lo que se refiere a su eficacia y seguridad, fundamentales para su uso terapéutico seguro.

En la revisión se pudo constatar que existen estudios en diferentes fases, estudios en animales, en humanos (experimental), en cualquier caso, son promisorias las investigaciones en curso que han permitido realizar aplicaciones exitosas de células madres en el tratamiento de neonatos con displasia broncopulmonar, lesión pulmonar neonatal inducida por hiperoxia, como método preventivo para evitar el desarrollo de insuficiencia renal, como prevención de hidrocefalia congénita, en la reparación y la regeneración del tejido cerebral dañado tras la agresión hipóxico-isquémica, para el tratamiento del síndrome de hipoplasia del ventrículo izquierdo, entre los más resaltantes.

Evidentemente se requiere de más investigaciones y de un control riguroso que permita la administración de las células madre de forma segura y responsable.

Bibliografía

Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos - FDA. (09 de marzo de 2019). Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos - FDA. Recuperado el 29 de abril de 2023, de <https://www.fda.gov/consumers/articulos-para-el-consumidor-en-espanol/la-fda-advierte-sobre-las-terapias-con-celulas-madre>

- Bravo Neira, A., Ormaza Barreto, A., Choles Ortega, L., & Guaigua López, S. (2023). Tratamiento con células madres en neonatos. *Revista científica mundo de la investigación y el conocimiento (RECIAMUC)*, 7(1), 328-335. Recuperado el 29 de abril de 2023, de <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/1957/2438>
- Bruschettini, M., Romantsik, O., Moreira, A., Ley, D., & Thébaud, B. (2020). Tratamientos con células madre luego de una oxigenación deficiente del cerebro al nacer (encefalopatía hipóxica-isquémica) en los recién nacidos. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(8), 1-40. doi:10.1002/14651858.CD013202.pub2.
- Domínguez, N., & Hernández, Y. (2016). Células madre en medicina regenerativa. 1-20. Recuperado el 20 de abril de 2022, de <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/YOLANDA%20HERNANDEZ%20HERMIDA.pdf>
- Grandi, C. (2021). Desarrollo renal fetal alterado y riesgo. *Arch Argent Pediatría*, 119(5), e4870-e486. Recuperado el 24 de abril de 2023, de <https://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/2021/v119n5a17.pdf>
- Huerta, E. (2017). AARP. Recuperado el 30 de abril de 2023, de <https://www.aarp.org/espanol/salud/expertos/elmer-huerta/info-2017/peligros-tratamientos-celulas-madre.html>
- Mayo Clinic. (22 de julio de 2019). Mayo Clinic. Recuperado el 15 de abril de 2023, de <https://newsnetwork.mayoclinic.org/es/2019/07/22/la-terapia-con-celulas-madre-avanza-las-investigaciones-en-recien-nacidos-con-sindrome-de-hipoplasia-del-ventriculo-izquierdo/>
- Mayo Clinic. (18 de mayo de 2022). Mayo Clinic. Recuperado el 05 de abril de 2023, de <https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/bone-marrow-transplant/in-depth/stem-cells/art-20048117>
- Pierro, M., Thébaud, B., & Soll, R. (10 de noviembre de 2017). Cochrane. Recuperado el 12 de abril de 2022, de [https://www.cochrane.org/es/CD011932/NEONATAL_celulas-madre-mesenquimatosas-para-la-prevencion-y-el-tratamiento-de-la-displasia-broncopulmonar-en#:~:text=Las%20c%C3%A9lulas%20madre%20mesenquimatosas%20\(CMME,en%20modelos%20experimentales%20de%20DBP.](https://www.cochrane.org/es/CD011932/NEONATAL_celulas-madre-mesenquimatosas-para-la-prevencion-y-el-tratamiento-de-la-displasia-broncopulmonar-en#:~:text=Las%20c%C3%A9lulas%20madre%20mesenquimatosas%20(CMME,en%20modelos%20experimentales%20de%20DBP.)
- Pimentel Parra, G., & Murcia Ordonez, B. (2017). Células madre, una nueva alternativa médica. *Perinatología y reproducción humana*, 31(1), 28-33. Recuperado el 10 de abril de 2023, de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0187533717300560?token=7B646D67D49B24E7840FAE9C6A0569ADB49543CF5EFBEC988C712FCEF517F2B2E741808B809F6A5F9D9F85F5B67F3D5F&originRegion=us-east-1&originCreation=20230504144406>
- Rivera, G., Rivera, V., Mera, J., & Vallejo, R. (2022). Tratamiento con células madre en neonatos. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento (RECIAMUC)*, 6(2), 566-575. Recuperado el 29 de abril de 2023, de <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/download/1612/2055/>
- Uparela, M., Narváez, A., Quintana, L., Ramos, Y., & Moscote, L. (2018). Hidrocefalia congénita-neonatal: alternativas terapéuticas a la derivación. Una mirada a la terapia celular. *Cirugía y cirujanos*, 86, 575-5822. Recuperado el 29 de abril de 2022, de <https://www.medigraphic.com/pdfs/circir/cc-2018/cc186r.pdf>
- Villalón, H., Peñaloza, G., & Tuma, D. (2016). Terapia regenerativa en neonatología. *Rev. Med. Cln. Condes*, 27(4), 529-539. Recuperado el 10 de abril de 2022, de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0716864016300621?token=A-D4749AED1D2CA3D60713874AB2BC6C2C77B805968CBE15659AFF7439EF3C07CBD34AAB7D65BB1924BEE12231ACA1476&originRegion=us-east-1&originCreation=20220518192327>
- Zhou, L., McDonald, C., Yawno, T., Jenkin, G., Miller, S., & Malhotra, A. (2022). Terapias con células derivadas del tejido de la sangre del cordón umbilical y del cordón umbilical para las morbilidades neonatales: estado actual y desafíos futuros. *Stem Cells Transl Med*, 11(2), 135-145. Recuperado el 25 de abril de 2023, de https://watermark.silverchair.com/szab024.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kkhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAABIMwggR_BgkqhkiG9w0BBwagggRwMIIEbAIBADCCBGUGCS-qGS1b3DQEHATAeBgIghkgBZQMEAS4wEQQ-MAgnR4GSbX1YbmZFIAGeQgIIENos-Bvm1RUZf-JfunKDHZwwRbJxXjEiFEG_5AJ_3_wQHADb4



CREATIVE COMMONS RECONOCIMIENTO-NOCOMERCIAL-COMPARTIRIGUAL 4.0.

CITAR ESTE ARTICULO:

Alvarez Cruz, E. Y., Salinas Martínez, R. D., Salinas Martínez, Ángelo R., & Bravo Neira, A. G. (2023). Uso y aplicación de células madre en neonatología. RECIAMUC, 7(2), 134-142. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/7.\(2\).abril.2023.134-142](https://doi.org/10.26820/reciamuc/7.(2).abril.2023.134-142)