

Pacientes con VIH y antecedentes de enfermedad hemato-oncológica sometidos a trasplante de células progenitoras hematopoyéticas: artículo de revisión

Camacho-Rafael, A. J.^a; Hernández-Aguilar, I. Y.^a; Ramírez-Silva E. F.^a; Rojas-Salinas, D.^a; Ruiz-Rosales, F. R.^a; Galindo-Oseguera, E.^a; Valencia-Ledezma, O. E.^a; Meza-Meneses, P.^c; García-Rascón, R.^{a*}

RESUMEN

El trasplante de células madre hematopoyéticas (TCHP), se utiliza para tratar diversas enfermedades hematológicas, tanto malignas como no malignas. Este tratamiento, desarrollado desde 1957, consiste en reemplazar la médula ósea enferma de un paciente con células madre sanas, provenientes del propio paciente (autólogo) o de un donante compatible (allogénico). Es eficaz en enfermedades como leucemias, linfomas, y mieloma múltiple. Existen dos tipos de trasplantes: Autólogos, donde las células madre se extraen y se infunden en el mismo paciente, implica el uso de las células de un donante compatible. El trasplante allogénico se realiza tras un acondicionamiento que incluye quimioterapia o radioterapia. En pacientes que viven con VIH, el trasplante de un donante de la médula ósea con la mutación CCR5-Δ32 ha mostrado una respuesta favorable, ya que confiere resistencia a la infección por VIH. Aunque el trasplante de células madre hematopoyéticas es una opción terapéutica eficaz para ciertas enfermedades, sigue siendo una intervención riesgosa con posibles complicaciones, como toxicidad y rechazo del injerto. La investigación continúa para evaluar su viabilidad en el tratamiento de enfermedades autoinmunes y otras patologías.

Palabras Clave: *Trasplante de Células Progenitoras Hematopoyéticas, VIH, TARGA, CCR5-Δ32.*

^a Unidad de investigación y enseñanza. Hospital Regional de Alta Especialidad de Ixtapaluca, Servicios de Salud para el Bienestar (IMSS Bienestar).

^b Unidad de medicina interna. Hospital Regional de Alta Especialidad de Ixtapaluca, Servicios de Salud para el Bienestar (IMSS Bienestar).

^c Unidad de infectología. Hospital Regional de Alta Especialidad de Ixtapaluca, Servicios de Salud para el Bienestar (IMSS Bienestar).

* rgarcia.hraei@imssbienestar.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El Trasplante de Células Madre Hematopoyéticas (TCHP), es un tratamiento médico avanzado utilizado para tratar una variedad de enfermedades hematológicas y trastornos del sistema inmunológico. Este procedimiento implica la infusión de células madre de la médula ósea, que tienen la capacidad de producir nuevas células sanguíneas sanas. El TCHP se utiliza principalmente en pacientes con enfermedades graves como leucemias, linfomas, mieloma múltiple, y trastornos hematológicos no malignos como la anemia aplásica o las hemoglobinopatías. Esta una de las terapias que se han desarrollado en los últimos años para el tratamiento tanto de enfermedades malignas como no malignas (1). El objetivo del TCHP es reemplazar la médula ósea enferma del paciente por células madre saludables, lo que puede restaurar la capacidad del cuerpo para producir células sanguíneas normales. El tipo de TCHP ya sea autólogo o alogénico, tiene un gran impacto en los resultados clínicos y la calidad de vida de pacientes que viven con VIH y antecedentes de enfermedades hemato-oncológicas graves. Existen dos tipos principales de TCHP: autólogo, donde el paciente recibe sus propias células madre, y alogénico, donde se utilizan células madre de un donante compatible. Aunque el TCHP es un tratamiento complejo y con riesgos significativos, ha demostrado ser efectivo en mejorar las tasas de supervivencia y calidad de vida de pacientes con enfermedades hematológicas graves, particularmente en aquellos que no responden a tratamientos convencionales. Desarrollado desde 1957 en los estudios murinos se demostrará que el rescate de la insuficiencia medular estaba mediado por factores celulares y no los humorales como se creía anteriormente. Fue E. Donall Thomas reportando un trasplante de médula ósea post radiación y describiendo el efecto injerto contra leucemia y enfermedad de injerto contra huésped (2-5).

METODOLOGÍA

Se realizó una búsqueda de literatura en bases de datos especializadas como *PubMed*, *Scopus* y *Web of Science*. Se utilizaron palabras clave específicas relacionadas con el tema de estudio, para optimizar la precisión y relevancia de los resultados. Se establecieron criterios para seleccionar los artículos más pertinentes. Los criterios de inclusión consideraron publicaciones de revistas de estudios originales y revisiones recientes (últimos diez años) en idioma inglés y español. Los criterios de exclusión abarcaron artículos con información duplicada. Finalmente, los artículos seleccionados fueron analizados en función de su calidad teórica y relevancia temática, asegurando que la información recopilada contribuyera significativamente al desarrollo del presente trabajo de revisión.

Tipos de Trasplante de Células Progenitoras Hematopoyéticas

Los trasplantes de células progenitoras hematopoyéticas (TCPH) pueden ser autólogos o alogénicos. El autólogo usa células del propio paciente, evitando el rechazo, pero con riesgo de reinfundir células anormales. El alogénico proviene de un donante compatible, familiar o no, y se administra tras quimioterapia o radioterapia ablativa (3).

Inicialmente, las células madre se extraían mediante aspirados repetitivos de la médula ósea de la cresta ilíaca bajo anestesia. Actualmente, se prefiere la movilización con Factor Estimulante de Colonias de Granulocitos (G-CSF) para recolectarlas de la sangre periférica, evitando procedimientos invasivos (2).

El TCPH es una opción terapéutica para enfermedades hematológicas, autoinmunes e incluso el VIH, buscando restaurar la inmunidad. Su procedimiento consta de tres pasos: 1) recolección de células madre del paciente (autólogo) o de un donante sano (alogénico), 2) eliminación de células malignas mediante quimioterapia y 3) reinfusión de células sanas para reemplazar la médula ósea enferma (3).

Enfermedades Hematológicas que son curables con un Trasplante de Médula Ósea

Las enfermedades hematológicas malignas, como leucemias, linfomas y mielomas, pueden tratarse con trasplante de médula ósea. Se clasifican según su origen celular en mieloides o linfoides y según su curso en agudas o crónicas (10-14).

Las neoplasias mieloproliferativas incluyen leucemia mieloide crónica (LMC), policitemia vera, mielofibrosis primaria y trombocitosis esencial. Los síndromes mielodisplásicos presentan alteraciones en la maduración celular y pueden evolucionar a leucemia mieloide aguda (13, 15).

El linfoma no Hodgkin (LNH) es una neoplasia linfóide con múltiples subtipos, como el linfoma difuso de células grandes y el linfoma de Burkitt, predominando en adultos mayores. En México, se diagnostican alrededor de 10,000 casos anuales de LNH, con una mortalidad del 39% en los primeros cinco años (14).

El trasplante de médula ósea es una opción terapéutica en casos donde otros tratamientos, como quimioterapia o inmunoterapia, no son efectivos. Dependiendo del tipo de neoplasia y la condición del paciente, se puede realizar un trasplante autólogo (del propio paciente) o alogénico (de un donante compatible). Este procedimiento permite la regeneración de células hematopoyéticas sanas, mejorando la supervivencia en diversas enfermedades hematológicas (11, 12).

Mecanismo de acción del Trasplante de Médula Ósea en el contexto del VIH

El Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH) es un retrovirus que ataca y debilita el sistema inmunológico humano. Su ciclo de replicación es complejo y consta de varias etapas clave:

1. Fijación y entrada: El VIH se adhiere a la superficie de las células inmunitarias, principalmente linfocitos T CD4+, pero también afecta a macrófagos y otras células. Esta adhesión inicial depende de la interacción entre la glicopro-

teína gp120 del virus y el receptor CD4 de la célula huésped. Sin embargo, esta interacción no es suficiente para la entrada del virus; requiere la participación de co-receptores adicionales presentes en la superficie celular. Los principales co-receptores son CCR5 y CXCR4, que son tipos de receptores de quimiocinas. La unión de gp120 a estos co-receptores permite la fusión de la membrana viral con la membrana celular, facilitando la entrada del virus en la célula.

2. Transcripción inversa: Una vez dentro de la célula, el ARN viral se convierte en ADN complementario (ADNc) mediante la acción de la transcriptasa inversa, una enzima viral. Este paso es crucial para integrar el material genético del virus en el genoma de la célula huésped (13-17).
3. Integración: El ADNc viral se transporta al núcleo celular, donde se integra en el ADN de la célula huésped con la ayuda de la integrasa, otra enzima viral. Esta integración permite que el virus utilice la maquinaria celular para producir nuevas partículas virales.
4. Transcripción y traducción: La célula huésped transcribe el ADN viral integrado para producir ARN mensajero (ARNm), que luego se traduce en proteínas virales. Estas proteínas y el ARN genómico se ensamblan para formar nuevas partículas virales.
5. Gemación: Las nuevas partículas virales se transportan a la superficie celular y se liberan al exterior, adquiriendo una envoltura lipídica de la membrana celular durante este proceso. Estas nuevas partículas pueden infectar otras células, perpetuando el ciclo de infección.
6. Los co-receptores CCR5 y CXCR4 son clave en las primeras etapas de la infección por VIH, determinando su tropismo. El VIH utiliza preferentemente CCR5 al inicio de la infección, por lo que bloquearlo podría ser una estrategia eficaz para prevenir o tratar la enfermedad. Las personas con la delección CCR5-Δ32 presentan mayor resistencia a la infección por VIH-1. Un

trasplante de médula ósea de un donante con esta mutación puede conferir resistencia al receptor del trasplante, reduciendo el riesgo de reinfección. Sin embargo, esta mutación es rara, presente en solo el 1% de la población (13).

Trasplante de Células Progenitoras Hematopoyéticas de Cordón Umbilical en el contexto de pacientes con VIH

El trasplante de médula ósea con sangre de cordón umbilical es una alternativa terapéutica prometedora, ya que este tejido es una fuente rica en células madre hematopoyéticas. Se ha observado que ofrece múltiples ventajas, como una menor incidencia de enfermedad de injerto contra huésped (EICH), una menor exigencia en la compatibilidad HLA y un mejor injerto del trasplante contra la leucemia, incluso en pacientes con enfermedad residual medible positiva (14).

Además, se ha propuesto que este tipo de trasplante podría tener un papel relevante en la curación del VIH, ya que algunas células del cordón umbilical pueden presentar la mutación CCR5-Δ32, la cual se ha asociado con resistencia al VIH. Esta mutación impide la entrada del virus en los linfocitos, bloqueando su capacidad de replicarse. A diferencia de los trasplantes de médula ósea convencionales, el cordón umbilical podría preservar mejor el homoci-

goto CCR5-Δ32, lo que aumentaría las probabilidades de éxito en pacientes con VIH y enfermedades hematológicas (15).

Pese a estas ventajas teóricas, los estudios en este campo son todavía limitados, y los casos de pacientes curados del VIH mediante este procedimiento siguen siendo escasos (18).

Trasplante de Médula Ósea en Leucemia Linfoblástica o Mieloide Aguda y VIH

Entre el 80-90% de los pacientes con leucemia linfoblástica aguda logran una remisión completa inicial, es decir 5% de enfermedad residual medible, posterior a la quimioterapia de inducción.

Sin embargo, estas respuestas no son duraderas y el rescate de la recaída es complicado. Actualmente la supervivencia libre de leucemia a 5 años es solamente de 30-40%, estas supervivencias son aún más bajas en pacientes que presentan factores de riesgo (**Tabla 1**), y oscilan entre un 11-33%. Más aún, es muy poco probable que los pacientes que ya sufrieron una recaída se curen solamente con quimioterapia², por lo que es de importancia comprender que estos pacientes son candidatos para un trasplante de médula ósea, que podría mejorar su sobrevida global (5).

Tabla 1. Factores de mal pronóstico en pacientes con Leucemia Linfoblástica Aguda

Leucolitos	>30x10e9/L en LLA B >100x10e9/L en LLA T
Edad	>35 años
Citogenética	Cromosoma Philadelphia positivo (+) (9:22)
EMR	>5%

La presencia de alguno de estos factores disminuye la supervivencia libre de Leucemia a solamente 11% EMR: Enfermedad Residual Medible

El trasplante alogénico se indica en pacientes con remisión completa y enfermedad residual medible <5%, prefiriendo un donante familiar cercano, como un hermano, para reducir el rechazo. La mayoría de los casos de cura del VIH con trasplante de médula ósea (TMO) han sido en pacientes con leucemia, usando donantes con la mutación CCR5-Δ32 (13-19).

El caso más destacado es el “Paciente de Berlín”, quien recibió quimioterapia, radiación y un segundo trasplante por recaída de leucemia mieloide aguda. Tras suspender su tratamiento antirretroviral, no mostró carga viral detectable en sangre periférica por más de 10 años, aunque persistió VIH en tejidos (13-19).

Los “Pacientes de Boston” recibieron TMO sin la mutación CCR5-Δ32 y lograron interrumpir el tratamiento antirretroviral por 12 y 32 semanas, mostrando que la delección del CCR5-Δ32 es clave en la posible cura del VIH. Sin embargo, se han reportado casos con la mutación sin lograr la erradicación del virus (13-19).

Actualmente, solo cuatro pacientes en el mundo han sido curados de VIH tras un TMO, pero el procedimiento sigue teniendo alta morbilidad y mortalidad en pacientes con VIH. En 2024, Ciron Sáz *et al* reportaron un caso de sarcoma mieloide tratado con trasplante alogénico sin CCR5-Δ32, con complicaciones graves. A 32 meses, el paciente mantiene carga viral indetectable tras suspender los antirretrovirales. Se requieren más estudios para establecer el trasplante de médula ósea como un tratamiento eficaz contra el VIH (13-19).

Trasplante de Médula ósea en pacientes con Linfoma Hodgkin y No Hodgkin

El trasplante de médula ósea (TMO) se utiliza en diversas enfermedades hematológicas, incluyendo linfoma de Hodgkin, mieloma múltiple y anemia aplásica, incluso en pacientes con VIH (20, 21).

En linfoma de Hodgkin, se prefieren los trasplantes autólogos, aunque los alogénicos no están contraindicados. Se han reportado casos de pacientes con VIH sometidos a TMO, como un paciente con lin-

foma de Hodgkin y VIH tratado con trasplante alogénico haploidéntico, quien presentó reactivación de citomegalovirus e histoplasmosis sin complicaciones. Sin embargo, su carga viral de VIH persistió tras 100 semanas. Otro caso involucró un trasplante con un donante no relacionado con la mutación CCR5-Δ32, logrando carga viral indetectable, aunque sin suficiente evidencia para considerar el TMO como cura del VIH (23-25).

En mieloma múltiple, los trasplantes suelen ser autólogos y han demostrado aumentar la sobrevida libre de progresión en adultos mayores. No existen reportes de pacientes con mieloma múltiple y VIH que hayan recibido TMO, por lo que su efecto sobre la curación del VIH no ha sido evaluado. En casos agresivos como la leucemia de células plasmáticas, el trasplante puede ser la única opción viable (22).

Para la anemia aplásica, el TMO es una alternativa a la terapia inmunosupresora, ofreciendo tasas de supervivencia del 70-90%. Los pacientes tratados solo con inmunosupresión pueden sufrir recaídas o evolución clonal. La elección del tratamiento depende de la edad del paciente y la disponibilidad de un donante compatible. Hasta el momento, no hay reportes de pacientes con VIH que hayan recibido TMO por anemia aplásica (18).

Otras Enfermedades que se pueden curar con un TCHP

Se incluyen a las enfermedades autoinmunes. En estos trastornos se puede realizar un trasplante autólogo o alogénico, con el objetivo de disminuir al mínimo al sistema inmunológico autorreactivo y modificarlo por uno que sea tolerante a los autoantígenos, lo que podría generar una remisión completa de la enfermedad. Aún se requieren de mayores estudios clínicos para tener en cuenta el mecanismo de acción por el cual el trasplante de médula ósea es una opción terapéutica para los pacientes con este perfil de trastornos (23).

Tabla 2. Análisis de reporte de casos en trasplante de células madre

Reporte	Edad y sexo	Enfermedades hematológicas	Trasplante de células madre hematopoyéticas	Seguimiento	Pronóstico	Referencias
1 reporte de caso	Hombre	Leucemia mieloide aguda.	Donante homocigoto	20 meses sin rebote en la carga viral indetectable sin tener tratamiento RTV	Años después del trasplante, el paciente sigue sin tener carga viral de VIH.	(24)
22 pacientes	$\bar{x}$ = 44 años 77% hombres	• Linfoma no Hodgkin (9 casos) • Linfoma de Hodgkin (2 casos) • Leucemia mieloide aguda (7 casos) • Leucemia linfoblástica aguda (2 casos) • Linfocitosis hemo fagocítica (1 caso) • Mielofibrosis primaria (1 caso)	TPH alogénico	65 meses, Todos los pacientes recibieron TRV. Un paciente murió el día 6 después del trasplante sin evidencia de injerto mieloide. Un paciente con mielofibrosis experimentó una falla primaria del injerto y murió por complicaciones relacionadas con la falla del injerto. Los 20 pacientes restantes lograron el injerto.	La supervivencia global y libre de eventos fue del 46%. La mortalidad sin recaída fue del 14% a los 12 meses y la recaída fue del 24% a los 24 meses. El 68% de los pacientes mostraron complicaciones infecciosas con infecciones virales como causa más frecuente. Todos los sobrevivientes excepto uno mantuvo una carga de VIH indetectable en el último seguimiento después del TPH.	(25)
1 reporte de caso	37 años hombre	Linfoma	TPH alogénico con cuatro de seis HLA compatibles. CCR5 Δ 32 células de sangre de cordón homocigotas (SystemCyte, Covina, CA), apoyadas con células CD34+ purificadas de un hermano haploidéntico.	Durante el procedimiento recibieron TRV.	Falleció por progresión de la enfermedad 3 meses después del trasplante.	(26)

CONCLUSIÓN

Con la bibliografía y estudios actuales, el TCPH es una intervención médica valiosa y en constante evolución utilizada para tratar diversas enfermedades hematológicas, tanto malignas como no malignas. Desde su desarrollo ha demostrado ser eficaz en el tratamiento de condiciones como leucemias, linfomas y mieloma múltiple, ofreciendo una opción terapéutica que puede curar o mejorar significativamente la calidad de vida de los pacientes.

Existen dos tipos principales de trasplantes: autólogos, donde las células madre se extraen y se infunden en el mismo paciente, y alogénicos que implican el uso de células de un donante compatible. Aunque el trasplante alogénico puede ofrecer mejores resultados, en ciertos casos, también conlleva

riesgos significativos como la enfermedad injerto contra huésped y complicaciones relacionadas con la toxicidad del tratamiento previo.

En el caso de pacientes con VIH el trasplante de médula ósea de donantes con la mutación CCR5- Δ 32 ha mostrado grandes resultados, aunque no es un tratamiento estándar y su aplicación es limitada ya que solamente se presenta en el 1% de la población. Estas variables dificultan encontrar familiares que sean donadores compatibles o incluso no compatibles, pero con HLA similar, para considerar el TCPH a todos los pacientes que viven con VIH potenciales candidatos al tratamiento. La investigación continúa para determinar su viabilidad en las ofertas terapéuticas de enfermedades autoinmunes y otras patologías, lo que nos brinda un horizonte factible para la implementación del TCPH en el futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Khaddour H. Caroline K., Mewawalla P. *Hematopoietic Stem Cell Transplantation*. National Library of Medicine, 2023.
2. Prockop S. Wachter F. *The current landscape: Allogeneic hematopoietic stem cell transplant for acute lymphoblastic leukemia*. [ed.] Best Practice & Research Clinical Haematology. 3, s.l.: ELSEVIER, 2023, Vol. 36.
3. Menendez-Gonzalez j., Jonathan H. *Hematopoietic Stem Cell Mobilization: Current Collection Approaches, Stem Cell Heterogeneity, and a Proposed New Method for Stem Cell Transplant Conditioning*. 6 s.l. : Stem Cell Rev Rep., 1 de diciembre de 2022, Vol. 17, págs. 1939-1953.
4. Jiménez-Ochoa MA., Contreras-Serratos M., González-Bautista ML. *Incompatibilidad ABO en el trasplante de células progenitoras hematopoyéticas y sus complicaciones*. Rev Med Inst Mex Seg Soc, 2023, Vol. 61.
5. Cevallos, M., Godoy Villalva A., Rojas Realpe, R., & Hernandez A. *Trasplante de células madre hematopoyéticas: tratamiento de neoplasias malignas*. RECIMUNDO, Vol. 4.
6. Kuritzkes, Daniel R. *Hematopoietic stem cell transplantation for HIV cure*. J Clin Invest, 2016, Vol. 126, págs. 432-437.
7. Castaño Rojas, S., González Ovalle, C. P., Gómez Neva, M. E., Tepiz De la Cruz. *Ansiedad y depresión en pacientes adultos con enfermedad hemato-oncológica*. Revisión Integrativa, 2021, Vol. Pontificia Universidad Javeriana.
8. Calvillo Batllés, P., Carreres Polo, J., Sanz Caballer, J., Salavert Lle-tí, M., & Compte Torrero. *Hematologic neoplasms: interpreting lung findings in chest computed tomography*. Radiología, 2015, Vol. 57, págs. 455-470.
9. Díaz-Regañón, Rodríguez. *Neoplasia Hematológicas*. Tratado de Geriatria para Residentes, págs. 667-677.
10. Serrano Bermúdez, G., Porta-Sales, J., González-Barboteo, J., Garzón-Rodríguez. *Neoplasias Hematológicas y Cuidados Paliativos: Revisión Sistemática de la Literatura*. Medicina Paliativa, Vol. 19.
11. Florenciano-Leiva, GS, González-Gómez, M., Barrios, I., & Torales, J. *Reporte preliminar de las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes con hemopatías malignas: experiencia de un hospital universitario*. Medicina Clínica y Social, 2023, Vol. 7, págs. 40-44.
12. Huret, J.-L. *Neoplasias hematológicas. Atlas de Genética y Citogenética en Oncología y Hematología*.
13. Gero H. *Long-Term Control of HIV by CCR5 Delta32/Delta32 Stem-Cell Transplantation*. 7, 2009, Vol. 360, págs. 692-698.
14. Jingmei H. *HIV-1 Remission and Possible Cure in a Woman after Haplo-Cord Blood Transplant*. 6, s.l.: Cell, 2024, Cell, Vol. 186, págs. 1115-1126.
15. Petz, Lawrence. *Cord Blood Transplantation for Cure of HIV Infections*. Stem Cells TranslMed, 2013, Vol. 2, págs. 635-637.
16. Xiaoyu Zhu, Baolin Tang, Zimin Sun. *Umbilical cord blood transplantation: Still growing and improving*. Stem Cells Transl Med, 2021, Vol. 10, págs. S62-S64.
17. Nikolaus J., Jonathan Z. L. *One Patient Has Been Cured of HIV – Will There Ever Be More?* Infect Dis Clin North Am. 3, 2020, Vol. 33, págs. 857-868.
18. Ravindra K. G. *HIV-1 remission following CCR5Δ32/Δ32 haematopoietic stem cell transplantation*. 7751, Nature, 2019, Vol. 568, págs. 244-248.
19. Sáez-Cirión A. *Sustained HIV remission after allogeneic hematopoietic stem cell transplantation with wild-type CCR5 donor cells*. Nature Medicine, 2024, Vol. 30, págs. 3544-3554.
20. Capoferri A. *Short Communication: Persistence of HIV After Allogeneic Bone Marrow Transplant in a Dually Infected Individual*. AIDS Res Hum Retroviruses, 2022, Vol. 38, págs. 33-36.
21. Qamar Iqbal S. I. *Outcomes of Hematopoietic Stem Cell Transplantation in Primary Plasma Cell Leukemia: A Systematic Review and Meta-Analysis*. Blood, 5 de Noviembre de 2024, Vol. 144.
22. Iftikhar R. *Allogeneic hematopoietic stem cell transplantation in aplastic anemia: current indications and transplant strategies*. ELSEVIER, 2021, Blood, Vol. 47.
23. Tobias A., Greco R. *Hematopoietic stem cell transplantation and cellular therapies for autoimmune diseases: overview and future considerations from the Autoimmune Diseases Working Party (ADWP) of the European Society for Blood and Marrow Transplantation (EBMT)*. Nature, 2022, Vol. 57, págs. 1055-1062.
24. Kwon M. *Trasplante alogénico de células madre en pacientes con infección por VIH-1 y trastornos hematológicos de alto riesgo*. SIDA, 2019, Vol. 33.
25. Bauer G. *Stem cell transplantation in the context of HIV--how can we cure HIV infection?*. Expert review of clinical immunology, 2014, Vol. 10, págs. 107-116.
26. Duarte, RF. *Trasplante alogénico de sangre de cordón umbilical homocigoto CCR5 Δ32 en un paciente con VIH: Reporte de un caso*. Rev. Lancet. 2019, Vol 6, págs. 340-347