



30 años de experiencia en trasplante de células hematopoyéticas en el Centro de Hematología y Medicina Interna de la Clínica Ruiz de Puebla

30 years of experience in hematopoietic stem cell transplantation at Centro de Hematología y Medicina Interna of the Clínica Ruiz in Puebla

Max Robles-Nasta,^{*,‡,||} Olivia Lira-Lara,^{*,§,**} Juan Carlos Olivares-Gazca,^{*,§,†,‡‡}
Guillermo José Ruiz-Delgado,^{*,‡,§§} Guillermo José Ruiz-Argüelles^{*,‡,††}

Citar como: Robles-Nasta M, Lira-Lara O, Olivares-Gazca JC, Ruiz-Delgado GJ, Ruiz-Argüelles GJ. 30 años de experiencia en trasplante de células hematopoyéticas en el Centro de Hematología y Medicina Interna de la Clínica Ruiz de Puebla. Acta Med GA. 2025; 23 (2): 132-137. <https://dx.doi.org/10.35366/119475>

Resumen

Introducción: el 05 mayo de 1993 se inició el programa de trasplantes de células hematopoyéticas (TCH) en el Centro de Hematología y Medicina Interna de la Clínica Ruiz de Puebla. Hasta la fecha se han realizado 2,095 trasplantes de células hematopoyéticas autólogas y alogénicas, empleando modificaciones de los métodos habituales para llevar a cabo los TCH. **Objetivo:** analizar la experiencia de un solo centro privado a lo largo de 30 años en trasplante de células hematopoyéticas. **Material y métodos:** se analizaron retrospectivamente los expedientes de los pacientes en quienes se hicieron trasplantes de células hematopoyéticas entre los años de 1993 y 2024 en la Clínica Ruiz de Puebla. **Resultados:** en el periodo indicado, se realizaron 2,095 trasplantes, 1,833 TCH autólogas en las siguientes enfermedades: esclerosis múltiple (79.9%), mieloma múltiple (3.7%), leucemia aguda (1.6%), leucemia crónica (0.3%) y linfoma (1.3%). Se hicieron también 262 TCH alogénicas en las siguientes enfermedades: leucemia aguda (6.9%), leucemia crónica (0.7%), hipoplasia medular (0.7%), linfoma (1.3%), mieloma múltiple (0.4%), anemia de Diamond-Blackfan (0.04%), neoplasias no hematológicas (0.3%), mielofibrosis primaria (0.2%), síndromes mielodisplásicos (0.2%), talasemias (0.1%), hemoglobinuria paroxística nocturna (HPN) (0.1%) y síndrome de Hunter (0.04%). **Conclusiones:** con más de 30

Abstract

Introduction: on May 5, 1993, the hematopoietic stem cell transplantation (HSCT) program was started at the Centro de Hematología y Medicina Interna de Puebla in the Clínica Ruiz. As of June 2024, 2,095 HSCT have been conducted. **Objective:** to analyze the salient features of the HSCT conducted in a private single center in 30 years. **Material and methods:** the main characteristics of diagnosing persons led to HSCT conducted in the Centro de Hematología y Medicina Interna de Puebla, within the Clínica Ruiz, between 1993 and 2024 were analyzed. **Results:** 2,095 transplants were done: 1,833 autologous HSCT and 262 allogeneic HSCT. Autologous grafts were done in: multiple sclerosis (79.9%), multiple myeloma (3.7%), acute leukemia (1.6%), chronic leukemia (0.3%) and lymphoma (1.3%). Whereas allogeneic HSCT was conducted in: acute leukemia (6.9%), chronic leukemia (0.7%), bone marrow hypoplasia (0.7%), lymphoma (1.3%), multiple myeloma (0.4%), Diamond-Blackfan anemia (0.04%), non-hematologic neoplasms (0.3%), primary myelofibrosis (0.2%), myelodysplastic syndrome (0.2%), thalassemias (0.1%), PNH (0.1%), and Hunter syndrome (0.04%). **Conclusions:** with more than 30 years of experience, we have confirmed that both allogeneic and

* Centro de Hematología y Medicina Interna, Clínica Ruiz, Puebla, México.

‡ Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Puebla, México.

§ Universidad Veracruzana, Veracruz, México.

† Universidad de las Américas Puebla, Puebla, México.

ORCID:

|| 0009-0002-0372-8569

** 0009-0000-0773-9949

‡‡ 0000-0002-5705-3600

§§ 0000-0003-3068-0644

†† 0000-0002-9335-0653

Correspondencia:

Guillermo José Ruiz-Argüelles

Correo electrónico: gruiz1@clinaruiz.com

Recibido: 17-07-2024. Aceptado: 27-09-2024.

www.medigraphic.com/actamedica



años de experiencia hemos podido confirmar que el trasplante de células hematopoyéticas alogénicas y autólogas es el tratamiento de elección para algunas enfermedades autoinmunes y diversas enfermedades oncohematológicas.

Palabras clave: trasplante, autólogo, alogénico.

autologous HSCT may be the treatment of choice for some autoimmune diseases and various hematological diseases.

Keywords: transplantation, autologous, allogeneic.

Abreviaturas:

CH = células hematopoyéticas

EM = esclerosis múltiple

HPN = Hemoglobulinuria paroxística nocturna

PDIC = polineuropatía desmielinizante inflamatoria crónica

TCH = trasplantes de células hematopoyéticas

INTRODUCCIÓN

Hace 31 años, en el Centro de Hematología y Medicina Interna de la Clínica Ruiz de Puebla, el 05 de mayo de 1993¹ se inició el programa de trasplante de células hematopoyéticas (*Figuras 1 y 2*) utilizando un método simplificado para obtener y almacenar las células hematopoyéticas sin criopreservarlas, con el cual, hasta junio de 2024, se han realizado un total de 2,095 trasplantes de células hematopoyéticas (TCH) (*Figura 3*).²⁻⁴

Tres años después, el primero de marzo de 1996, se realizó el primer trasplante de células hematopoyéticas alogénicas, utilizando un esquema de acondicionamiento convencional. Desde entonces, y hasta junio de 2024, se han realizado trasplantes de células autólogas, alogénicas

y haploidénticas en pacientes con diversas enfermedades: leucemias agudas y crónicas, linfomas, hipoplasias medulares, mielomas, neoplasias no hematológicas, mielofibrosis primaria, mielodisplasias, talasemias, hemoglobulinuria paroxística nocturna, síndrome de Hunter, esclerosis múltiple, polineuropatía desmielinizante inflamatoria crónica (PDIC), ganglionopatía autonómica autoinmune (*Figura 4*).²⁻⁴

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron de manera retrospectiva los datos de pacientes sometidos a TCH tanto autólogas como alogénicas en el Centro de Hematología y Medicina Interna de la Clínica Ruiz, entre mayo de 1993 y junio de 2024. Se incluyeron pacientes de diferentes edades, tanto hombres como mujeres, diagnosticados con enfermedades oncohematológicas y autoinmunes. El estudio fue aprobado por la Comisión de Ética del Comité de la Clínica Ruiz (Conbioética 21CEI00120130605, N° de Registro 13, CEI 21,114,126). Todos los pacientes firmaron el consentimiento informado después de estar completamente informados sobre el pro-

Figura 1: Curva de distribución de frecuencias acumuladas de los trasplantes de células hematopoyéticas autólogas y alogénicas llevados a cabo a lo largo de 31 años (1993-2024) en el Centro de Hematología y Medicina Interna de la Clínica Ruiz.

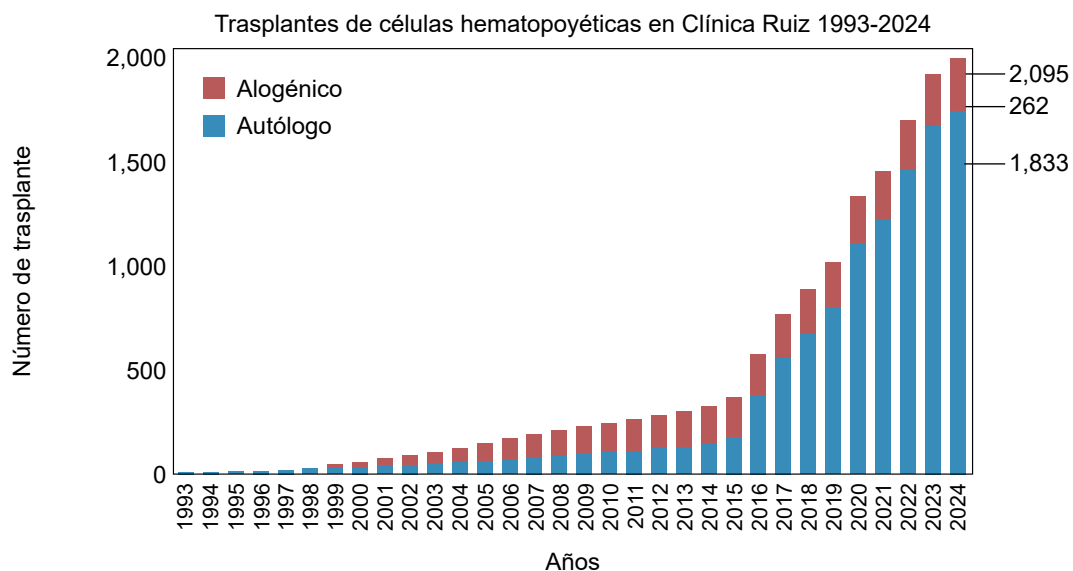
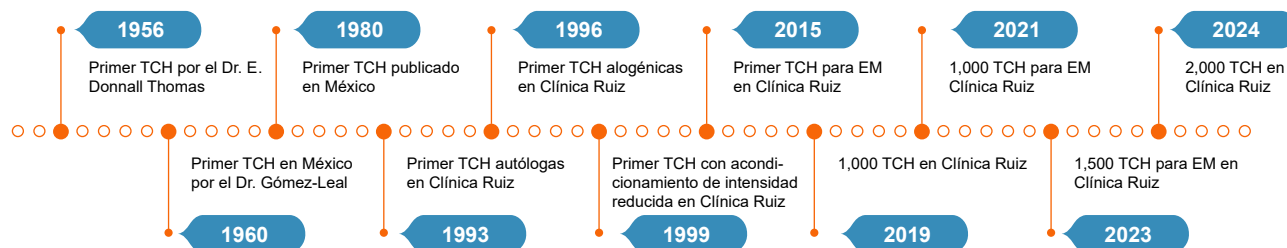
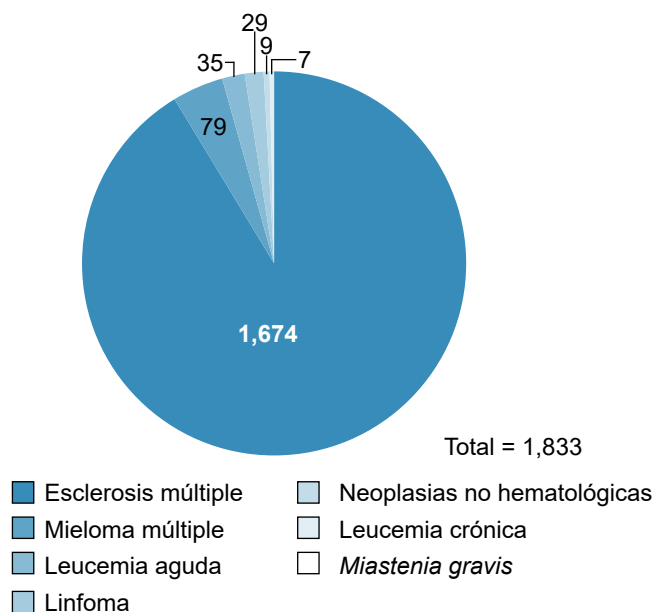


Figura 2: Línea del tiempo que representa la historia del trasplante de células hematopoyéticas en México y en la Clínica Ruiz de Puebla.

EM = esclerosis múltiple. TCH = trasplante de células hematopoyéticas.

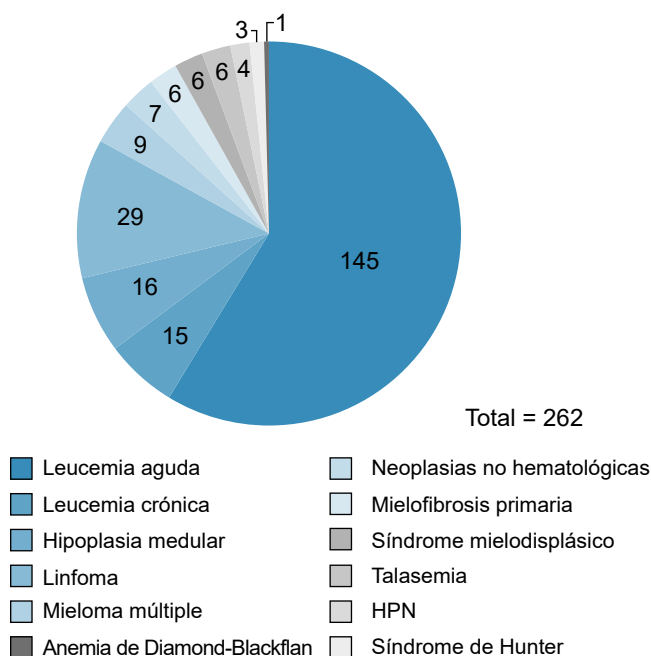
**Figura 3:** Distribución de las principales indicaciones de los trasplantes de células hematopoyéticas autólogas llevados a cabo en la Clínica Ruiz de Puebla (1993-2024).

cedimiento y las posibles complicaciones. Los protocolos de acondicionamiento para llevar a cabo los trasplantes de células hematopoyéticas tanto autólogas como alogénicas, incluyendo las haploidenticas, son modificaciones de los métodos convencionales para realizar estos trasplantes y se conocen ahora como los “métodos mexicanos” para llevar a cabo TCH. Estos protocolos han sido ampliamente publicados: el esquema de trasplante de células hematopoyéticas autólogas para pacientes con esclerosis múltiple se encuentra registrado en ClinicalTrials.gov con número de identificación NCT02674217, en tanto que el protocolo de trasplante de células hematopoyéticas alogénicas ha sido registrado en www.clinicalTrials.gov, identificación NCT05780554.

A partir del 06 de noviembre de 2022, para cumplir con las normas vigentes, el procedimiento de inyección

Figura 4: Distribución de las principales indicaciones de los trasplantes de células hematopoyéticas alogénicas (incluyendo haploidenticas) realizados en la Clínica Ruiz de Puebla entre 1993 y 2024.

HPN = hemoglobinuria paroxística nocturna.



de las células hematopoyéticas obtenidas y procesadas en el Centro de Hematología y Medicina Interna de la Clínica Ruiz, se lleva a cabo, de manera ambulatoria, en el Hospital Angeles de Puebla, donde se han hecho un total de 297 procedimientos de inyección de células hematopoyéticas autólogas, alogénicas y haploidenticas, por lo que este hospital se ha convertido en el hospital privado en el país que ha realizado el mayor número de procedimientos de inyección de células hematopoyéticas. Desde un principio, el programa de trasplantes de la Clínica Ruiz de Puebla ha informado y registrado todos sus trasplantes al Center for International Blood and Marrow Transplant Research

(CIBMTR). El programa tiene las certificaciones de ISO 9001, *National Marrow Donor Program*, ha completado el primer paso de la certificación de la *Federation for Accreditation of Cellular Therapy* (FACT) y de la *Joint Accreditation Committee of the International Society of Cell Therapy-Europe and European Bone Marrow Transplantation Society* (JACIE), FACT/JACIE. De acuerdo con la información del CIBMTR, el programa de Trasplantes de la Clínica Ruiz de Puebla es el centro que más trasplantes ha hecho en México y el centro que más trasplantes ha hecho en esclerosis múltiple en todo el mundo (Tabla 1). Las experiencias de este programa han permitido hacer contribuciones importantes en el campo de los trasplantes, haciendo énfasis particular en la conducción extrahospitalaria de los trasplantes y en el uso de células hematopoyéticas sin congelar.¹

RESULTADOS

En el periodo indicado, se realizaron un total de 2,095 trasplantes, de los cuales 1,833 fueron TCH autólogas: esclerosis múltiple con 1,674 casos (79.9%), mieloma múltiple con 79 casos (3.7%), leucemia aguda con 35 casos (1.6%), leucemia crónica con siete casos (0.3%) y linfoma con 29 casos (1.3%). Además de 262 TCH alogénicas: leucemia aguda con 145 casos (6.9%), leucemia crónica con 15 casos (0.7%), hipoplasia medular con 16 casos (0.7%), linfoma con 29 casos (1.3%), mieloma múltiple con nueve casos (0.4%), anemia Diamond-Blackflán con un caso (0.04%), neoplasias no hematológicas siete casos (0.3%), mielofibrosis primaria con seis casos (0.2%), síndrome mielodisplásico con seis casos (0.2%), talasemias con cuatro casos (0.1%),

HPN con tres casos (0.1%) y síndrome de Hunter con un caso (0.04%) (Figuras 3 y 4).

En el Hospital Angeles de Puebla se han realizado 297 trasplantes, de los cuales 279 (93.9%) se han hecho en pacientes con esclerosis múltiple. Con respecto a la inyección de células hematopoyéticas en enfermedades hematológicas, se realizaron 17 procedimientos de los cuales se identificaron seis casos de leucemia aguda linfoblástica B, un caso de leucemia aguda linfoblástica T, un caso de leucemia aguda mieloblástica, dos casos linfoma de células del manto, un caso de mielodisplasia indiferenciada, seis casos de mieloma múltiple IgG y un caso de linfoma no Hodgkin.

DISCUSIÓN

Con el paso de los años, el empleo del TCH ha aumentado a nivel mundial y es motivo de investigación en numerosos centros. El mayor incremento porcentual se observa en los países de ingresos bajos y medianos, aunque en el caso de América Latina, el uso del TCH sigue siendo limitado en comparación con los países de ingresos muy altos, siendo frecuentes las dificultades que pueden surgir en los hospitales, como la falta de suministros o infraestructura para realizar cualquier procedimiento. De acuerdo con múltiples análisis y publicaciones, se ha determinado que realizar el trasplante de forma ambulatoria es más asequible, seguro y los resultados obtenidos son similares al compararlo con los trasplantes intrahospitalarios, mostrando incluso beneficios sobre los pacientes.⁵ El costo del TCH en los países de ingresos elevados es mayor que el de los países de ingresos bajos y medianos. En Estados Unidos, el intervalo oscila entre los 150,000 y los 400,000 dólares.⁵⁻⁷

Tabla 1: Centros mexicanos activos en los últimos tres años que reportan al CIBMTR.

Institución	Primer año reportado	Total de trasplantes	
		Alogénicos	Autólogos
Centro de Hematología y Medicina Interna de la Clínica Ruiz de Puebla	1993	194	1,067
Hospital Angeles de las Lomas	1999	15	3
Hospital Civil de Guadalajara	2005	1	1
Hospital de Especialidades Centro Médico	1989	258	154
Hospital de San José-Tec de Monterrey	2003	14	11
Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González", Universidad Autónoma de Nuevo León	2003	504	210
Instituto Nacional de Cancerología	1993	0	56
Instituto Nacional de Pediatría	2005	102	8

CIBMTR = *Center for International Blood and Marrow Transplant Research*.
Información del CIBMTR (2021).

Conducción de los trasplantes de células hematopoyéticas de manera ambulatoria⁵

Se ha demostrado que el TCH es una terapia segura, viable y efectiva para el tratamiento de forma ambulatoria de diversas enfermedades. Sin embargo, las instituciones y los pacientes deben cumplir con criterios de inclusión para poder realizar el trasplante. El paciente tendrá que contar con una edad no mayor a 65 años, escala de Karnofsky individualizada (> 70), vía oral conservada y una evaluación previa por médicos especialistas. De igual forma, la institución receptora de pacientes tendrá que cumplir y contar con residencias privadas y adecuadas para los pacientes, sala de quimioterapia y procedimientos, referencia de estudios de laboratorios y gabinete, banco de sangre y estar cerca de la unidad hospitalaria. De igual forma, se contará con una línea telefónica y equipo médico que esté disponible las 24 horas de los siete días de la semana. Otros criterios utilizados para determinar la aplicación del procedimiento ambulatorio fueron: la disponibilidad de un área designada para el uso exclusivo del paciente dentro de la residencia, el nivel educativo adecuado tanto del paciente como del cuidador, y que ambas partes cuenten con instrucciones completas relacionadas con la atención y los controles que deben observarse durante el procedimiento.⁸

El programa de trasplante es óptimo para todo paciente que cuente con los criterios de inclusión, capaces de alojarse en una estancia privada con cuidadores capacitados (familiares, amigos o propios de la clínica) y aquellos con un nivel educativo adecuado. Para el éxito del enfoque ambulatorio es necesario la disponibilidad de una clínica u hospital las 24 horas de los siete días de la semana donde se puedan proporcionar medicamentos y transfusiones de manera rápida y eficiente. En pacientes ambulatorios las infecciones son menos frecuentes y graves por la ausencia de patógenos nosocomiales, hay menor prevalencia de la enfermedad de injerto contra huésped y la supervivencia a largo plazo parece ser mejor, así como la morbilidad y mortalidad.

Trasplante de células hematopoyéticas autólogas en esclerosis múltiple (EM)

El papel del TCH autólogas está bien establecido y se ha convertido en el estándar de atención para diferentes enfermedades.^{9,10} La EM es la enfermedad inflamatoria crónica desmielinizante más común del sistema nervioso central y la principal causa de discapacidad neurológica no traumática en adultos jóvenes.¹¹ El primer trasplante para pacientes con EM en la Clínica Ruiz de Puebla se realizó el 05 de julio de 2006.² A partir de entonces, hemos trasplantado 1,674 pacientes con EM múltiple: remitente

recurrente, primaria progresiva y secundaria progresiva. Los datos de los trasplantes hechos en la Clínica Ruiz de Puebla se han publicado en diversos órganos de difusión médica nacionales e internacionales.¹⁻³ Muchos estudios han indicado que el éxito del TCH autólogo en el tratamiento de los pacientes con EM depende de los regímenes de acondicionamiento administrados antes del TCH autólogos. La administración de regímenes de inmunoblación de baja intensidad ha demostrado tener una eficacia más adecuada¹² y se utilizan en EM principalmente como tratamiento antiinflamatorio e inmunomodulador, por lo que la presencia de evidencia clínica y de resonancia magnética significativa de un componente inflamatorio activo en la mayoría de los programas es un requisito previo, sin embargo, de acuerdo con la experiencia de la Clínica Ruiz, se ha visto que la actividad inflamatoria previa al trasplante no es un factor determinante de éxito posterior al procedimiento. Los pacientes más jóvenes, la menor duración de la enfermedad, las puntuaciones más bajas de EDSS, la ausencia de inmunosupresores previos al trasplante y la ausencia de otras comorbilidades se han asociado con resultados favorables.¹¹

Trasplante de células hematopoyéticas no congeladas

Desde hace más de 30 años hemos hecho en la Clínica Ruiz estudios para analizar la viabilidad de las células hematopoyéticas mantenidas en congelación a 4 °C en refrigeradores convencionales de banco de sangre. Apoyados en estas observaciones, iniciamos en 1993 el programa de trasplantes de células hematopoyéticas no congeladas y hemos podido demostrar que para iniciar y conducir un programa de trasplante hematopoyético no es necesario contar con una unidad de criopreservación. Nuestra experiencia se ha podido reproducir en otros sitios del mundo, principalmente en países con economías de ingresos bajos o medios (low and middle income countries). Las ventajas de los trasplantes realizados con células obtenidas por aféresis no congeladas son la simplicidad de la terapia, la reducción de los costos de trasplante, entre otros.¹³ Las células hematopoyéticas (CH) permanecen viables durante varios días a 4 °C de almacenamiento, pero los estudios con CH no criopreservadas son limitados.¹⁴ Además, las CH no criopreservadas evitan la toxicidad secundaria al empleo de dimetilsulfóxido, debido a que no es necesario utilizar un crioprotector.¹⁵ Otros estudios demostraron que los trasplantes de células hematopoyéticas no criopreservadas tienen un injerto más rápido que los criopreservados, además de menor incidencia de neutropenia febril, menor estancia hospitalaria después del procedimiento de trasplante y, en consecuencia, un abatimiento considerable de los costos.^{14,16}

Trasplante de células hematopoyéticas en enfermedades oncohematológicas

El trasplante de células hematopoyéticas alogénicas es un tratamiento eficaz que permite la sustitución de las células hematopoyéticas del huésped por las de un donante sano. La leucemia mieloide aguda es la indicación más frecuente para un TCH alogénicas, seguida de la leucemia linfoblástica aguda.¹⁷ En la Clínica Ruiz, el 01 de marzo de 1996, se realizó el primer trasplante de células hematopoyéticas alogénicas y en diciembre del 2009 fue el primer trasplante de células hematopoyéticas haploidénticas. El trasplante de CH ha evolucionado significativamente en los últimos años; la simplificación de los procedimientos ha dado lugar a la posibilidad de realizar trasplantes autólogos de CH de forma ambulatoria. Nosotros hemos sido capaces de realizar con éxito 262 trasplantes de células hematopoyéticas alogénicas, tanto idénticas como haploidénticas (Figura 3), de forma ambulatoria, utilizando esquemas de acondicionamiento que ahora se conocen como los “métodos mexicanos”, basados en esquemas previos y que han mostrado ser igualmente eficaces y menos tóxicos para el paciente.

CONCLUSIÓN

Teniendo más de 30 años de experiencia en una sola institución y después de haber realizado 2,095 trasplantes, hemos podido confirmar que el trasplante de células hematopoyéticas alogénicas y autólogas es el tratamiento de elección para algunas enfermedades autoinmunes y diversas enfermedades oncohematológicas. Las adecuaciones que deben hacerse a los programas de trasplante llevados a cabo en otras partes del mundo son muy importantes para iniciar y mantener un programa de trasplantes en México y en otras partes del mundo.

REFERENCIAS

1. Ruiz-Argüelles GJ. Lessons learned starting a bone marrow transplantation programme in a resource-constrained setting. *Lancet Haematol.* 2020; 7 (7): e509-e510.
2. León-González M, Núñez-Cortés A, León-Peña A, Torres-Priego M, Zulbarán-Y-Rojas A, Ruiz-Delgado G et al. El programa de trasplantes de células hematopoyéticas de la Clínica Ruiz de Puebla (1993-2016). *Rev Hematol Mex.* 2016; 17: 205-213.
3. Zamora-Ortiz G, Velázquez-Sánchez-De-Cima S, Hernandez-Reyes J, Vargas-Espinosa J, Ruiz-Delgado GJ, Ruiz-Argüelles GJ. Veinte años de experiencia con trasplantes de células hematopoyéticas en la Clínica Ruiz de Puebla, México. *Rev Hematol Mex.* 2013; 14: 63-70.
4. Ruiz-Delgado GJ, Hernández-Arizpe A, Macías-Gallardo J, Montes-Montiel M, Zamora-Ortiz G, Ruiz-Argüelles GJ. El programa de trasplantes de células hematopoyéticas de la Clínica Ruiz de Puebla (1993-2009). *Rev Hematol Mex.* 2010; 11: 15-20.
5. Gómez-Almaguer D, Gómez-De León A, Colunga-Pedraza PR, Cantú-Rodríguez OG, Gutiérrez-Aguirre CH, Ruiz-Argüelles G. Outpatient

- allogeneic hematopoietic stem-cell transplantation: a review. *Ther Adv Hematol.* 2022; 13: 20406207221080739.
6. Rivera-Franco MM, Leon-Rodriguez E, Castro-Saldaña HL. Costs of hematopoietic stem cell transplantation in a developing country. *Int J Hematol.* 2017; 106 (4): 573-580.
7. Gillis S, Dann EJ, Rund D. Selective discharge of patients with acute myeloid leukemia during chemotherapy-induced neutropenia. *Am J Hematol.* 1996; 51 (1): 26-31.
8. Cantú-Rodríguez OG, Jaime-Pérez JC, Gutiérrez-Aguirre CH, González-Llano O, Mancías-Guerra C, Tarín-Arzaga LC et al. Outpatient allografting using non-myeloablative conditioning: the Mexican experience. *Bone Marrow Transplant.* 2007; 40 (2): 119-123.
9. Murrieta-Álvarez I, Cantero-Foriz Y, León-Peña AA, Olivares-Gazca JC, Priesca-Marín JM, Ruiz-Delgado GJ et al. The 1,000th Transplant for multiple sclerosis and other autoimmune disorders at the HSCT-México program: a myriad of experiences and knowledge. *Front Neurol.* 2021; 12: 647425.
10. Gratwohl A, Baldomero H, Aljurf M, Pasquini MC, Bouzas LF, Yoshimi A et al. Hematopoietic stem cell transplantation: a global perspective. *JAMA.* 2010; 303 (16): 1617-1624.
11. Sharrack B, Saccardi R, Alexander T, Badoglio M, Burman J, Farge D et al. Autologous haematopoietic stem cell transplantation and other cellular therapy in multiple sclerosis and immune-mediated neurological diseases: updated guidelines and recommendations from the EBMT Autoimmune Diseases Working Party (ADWP) and the Joint Accreditation Committee of EBMT and ISCT (JACIE). *Bone Marrow Transplant.* 2020; 55 (2): 283-306.
12. Mohammadi R, Aryan A, Omrani MD, Ghaderian SMH, Fazeli Z. Autologous hematopoietic stem cell transplantation (AHSCT): an evolving treatment avenue in multiple sclerosis. *Biologics.* 2021; 15: 53-59.
13. Al-Anazi KA. Autologous hematopoietic stem cell transplantation for multiple myeloma without cryopreservation. *Bone Marrow Res.* 2012; 2012: 917361. doi: 10.1155/2012/917361.
14. Naithani R, Dayal N, Pathak S, Rai R. Hematopoietic stem cell transplantation using non-cryopreserved peripheral blood stem cells graft is effective in multiple myeloma and lymphoma. *Bone Marrow Transplant.* 2018; 53 (9): 1198-1200.
15. Schroeder T, Fenk R, Saure C, Czibere A, Bruns I, Zohren F et al. The Mexican way: a feasible approach to avoid DMSO toxicity. *Bone Marrow Transplant.* 2011; 46 (3): 469-471.
16. Sarmiento M, Ramírez P, Parody R, Salas MQ, Beffermann N, Jara V et al. Advantages of non-cryopreserved autologous hematopoietic stem cell transplantation against a cryopreserved strategy. *Bone Marrow Transplant.* 2018; 53 (8): 960-966.
17. Saha A, Blazar BR. Antibody based conditioning for allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. *Front Immunol.* 2022; 13: 1031334.

Cumplimiento de directrices éticas: todos los procedimientos seguidos fueron de acuerdo con los estándares éticos del Comité de Experimentación Humana (institucional o nacional) y con la Declaración de Helsinki de 1975, revisada en 2000.

Se obtuvo el consentimiento informado de todos los pacientes para ser incluidos en el estudio.

Conflicto de intereses: Max Robles-Nasta, Olivia Lira-Lara, Juan Carlos Olivares-Gazca, Guillermo José Ruiz-Delgado, Guillermo José Ruiz-Argüelles declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.