

Frecuencia de anticuerpos irregulares en pacientes de un hospital de segundo nivel en la Huasteca Potosina

Frequency of irregular antibodies in patients from a second-level hospital in the Huasteca Potosina

Rodríguez-García, D.^{1,2} y Pérez-García, L.A.^{2*}

¹ Banco de Sangre, Hospital General de Ciudad Valles, Carr. México-Laredo sur Km 7, Lomas de Oxitipia, 79090. Ciudad Valles, S.L.P.

² Facultad de Estudios Profesionales Zona Huasteca, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Romualdo del Campo 501, Fracc. Rafael Curiel, 79060. Ciudad Valles, S.L.P.

RESUMEN

Las pruebas de compatibilidad sanguínea requeridas para transfusiones incluyen la tipificación del grupo sanguíneo ABO/Rh, pruebas cruzadas (mayor y/o menor) y la detección de anticuerpos irregulares. Los anticuerpos irregulares pueden desarrollarse en pacientes que han estado previamente expuestos a antígenos de membrana eritrocitaria y, ante una nueva exposición, pueden desencadenar reacciones inmunológicas. Estas reacciones pueden generar efectos adversos en la transfusión, como disminución de la supervivencia de los eritrocitos transfundidos por hemólisis, con severidad que varía de moderada a grave. En este estudio se realizó una revisión retrospectiva de los rastreos de anticuerpos irregulares efectuados durante el año 2021 en pacientes atendidos por el Banco de Sangre del Hospital General de Ciudad Valles. Los resultados mostraron una frecuencia de anticuerpos irregulares del 4%, con anticuerpos identificados como anti-Lewis (25%), anti-E (17%), anti-c (17%), anti-Duffy A (8%) y un 33% sin identificar. Asimismo, los datos evidenciaron una mayor prevalencia de aloinmunización en pacientes de sexo femenino, representando el 83.3% de los casos. El porcentaje de rastreos positivos observado supera la media nacional establecida por la Norma Oficial Mexicana NOM 253-SSA1-2012. La identificación adecuada de pacientes con anticuerpos irregulares disminuye el riesgo de efectos adversos a la transfusión a corto y largo plazo. El conocimiento de los principales anticuerpos irregulares presentes en la población es clave para desarrollar protocolos de transfusión seguros y eficaces en beneficio de los pacientes.

Palabras claves: Aloinmunización, Transfusión sanguínea, Compatibilidad eritrocitaria, Banco de sangre

ABSTRACT

Blood compatibility tests required for transfusions include ABO/Rh blood group typing, crossmatch tests (major and/or minor), and detection of irregular antibodies. Irregular antibodies can develop in patients previously exposed to erythrocyte membrane antigens and may trigger immune reactions upon subsequent exposure. These reactions can lead to adverse transfusion effects, such as reduced survival of transfused erythrocytes due to hemolysis, ranging from medium to high severity. This study conducted a retrospective review of irregular antibody screening performed in 2021 on patients treated at the Blood Bank of the General Hospital of Ciudad Valles. The results showed a frequency of irregular antibodies of 4%, with identified antibodies including anti-Lewis (25%), anti-E (17%), anti-c (17%), anti-Duffy A (8%), and 33% unidentified. Additionally, data indicated that female patients exhibited a higher prevalence of alloimmunization compared to males, accounting for 83.3% of cases. The percentage of positive screenings observed exceeds the national average established by the Mexican Official Standard NOM 253-SSA1-2012. Proper identification of patients with irregular antibodies reduces the risk of adverse transfusion reactions in the short and long term. Understanding the primary irregular antibodies present in the population provides essential guidance for developing safe and effective transfusion protocols to benefit patients.

Keywords: Alloimmunization, Blood transfusion, Erythrocyte compatibility, Blood bank

INTRODUCCIÓN

Las transfusiones de sangre son de vital importancia para una amplia gama de condiciones de salud, principalmente en cirugías, traumatismos masivos y trasplantes; como coadyuvante en tratamiento de tumores y neoplasias sanguíneas. También se utilizan habitualmente en casos de complicaciones con el embarazo y de anemia grave del recién nacido ([Organización Mundial de la Salud, 2020](#)).

La demanda transfusional de la mayor parte de los pacientes que requieren una transfusión sanguínea, se ve resuelta al infundir sangre de aquellos cuyo sistema ABO y Rh (D) es igual que el del paciente. Sin embargo, antígenos de grupos sanguíneos diferentes a estos se pasan por alto, principalmente porque la cantidad de personas que poseen anticuerpos dirigidos contra alguno de ellos es menor ([Alanazi, 2024; Wu et al., 2024](#)).

De acuerdo con la NOM-253-SSA1-2012, un anticuerpo irregular de importancia clínica es una inmunoglobulina plasmática poco frecuente (prevalencia menor del 1%) que puede causar enfermedad a través de diferentes mecanismos ([Diario Oficial de la Federación, 2012](#)). La membrana de los glóbulos rojos contiene muchas proteínas de superficie ancladas y proteínas que atraviesan la bicapa lipídica. Muchas de estas proteínas de superficie son polimórficas y portadoras de los determinantes antigénicos de grupo sanguíneo. La mayoría de los antígenos de los grupos sanguíneos son glicoproteínas y su especificidad está determinada principalmente por el oligosacárido (por ejemplo, ABO) o la secuencia de aminoácidos (por ejemplo, MNS, Kell, Duffy, Kidd, Diego). Cada sistema de grupo sanguíneo representa un solo gen o un grupo de genes homólogos estrechamente vinculados. Existen 41 sistemas de grupos sanguíneos registrados formalmente. Se han identificado y secuenciado los 45 genes responsables de estos sistemas ([Red Cell Immunogenetics and Blood Group Terminology, The International Society of Blood Transfusion \[ISBT\], s.f.](#)). Los anticuerpos clínicamente significativos tienen la capacidad de provocar la destrucción acelerada de los eritrocitos que expresan el antígeno correspondiente. Debido a su especificidad, estos anticuerpos pueden causar enfermedad hemolítica del feto y del recién nacido, reducir la supervivencia de los eritrocitos transfundidos y desencadenar anemia hemolítica autoinmune. La mayoría de los anticuerpos irregulares clínicamente relevantes son de tipo IgG aunque también pueden presentarse, en menor proporción, como IgM. Entre los más comunes se encuentran los pertenecientes a los sistemas Rh (anti-D, anti-E, anti-c, anti-C, anti-Cw, entre otros), Kell (anti-K, anti-k, anti-Kpa, anti-Kpb, anti-Kpc, anti-Jsa y anti-Jsb), Duffy (anti-Fy^a y anti-Fy^b), Kidd (anti-Jk^a y anti-Jk^b), Lewis (anti-Le^a y anti-Le^b), Lutheran (anti-Lu^a y anti-Lu^b), así como anticuerpos

anti-P, anti-P₁, anti-P_k, anti-A₁, anti-M, y anti-N ([Peralta-Martínez et al., 2015](#)).

Según lo establecido en la NOM-253-SSA1-2012, el rastreo de anticuerpos irregulares se debe realizar en aquellos pacientes que, por su diagnóstico e historial clínico, se consideren más propensos a generar dichos anticuerpos, como pueden ser politransfundidos, mujeres con antecedentes de embarazos (o abortos) y aquellos con enfermedades inmunológicas. En pacientes a los que se les haya solicitado transfusión que tengan dichos factores, debe priorizarse el rastreo, pero eso no descarta que pueda realizarse a cualquier paciente independientemente del diagnóstico; por lo tanto, no hay criterios de exclusión, en este trabajo se clasificaron todos los rastreos realizados y reportados en la base de datos para el registro ([Diario Oficial de la Federación, 2012](#)).

Estos anticuerpos eritrocitarios pueden detectarse e identificarse por varias técnicas y su búsqueda constituye una parte crucial en las pruebas inmunológicas pretransfusión de compatibilidad, además de constituirse como fundamentales para el pronóstico, seguimiento y diagnóstico de otros procesos de tipo inmune. El presente trabajo busca determinar la prevalencia de anticuerpos irregulares en pacientes con rastreo positivo realizado por el Banco de Sangre que han sido atendidos en un hospital de segundo nivel que da servicio a la población de la Huasteca de los estados de San Luis Potosí y el norte de Hidalgo y Veracruz, lo que lo convierte en un hospital de concentración de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

TIPO DE ESTUDIO Y POBLACIÓN

Se llevó a cabo un estudio retrospectivo documental de enero a diciembre de 2021 a los registros de solicitudes de hemocomponentes para transfusión de los pacientes que son atendidos en el Hospital General de Ciudad Valles. De dichos registros se contabilizaron aquellos que cuenten con el estudio para el rastreo de anticuerpos irregulares, para posteriormente clasificarlos en rastreos positivos y negativos; con la información recabada se obtuvo el porcentaje de cada uno de ellos, así como la frecuencia de los anticuerpos irregulares detectados y compararlos respecto al sexo de los pacientes. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación del Hospital General de Ciudad Valles con número de registro 08/2021.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó estadística descriptiva para los datos obtenidos de la base de datos HemoCod (Sistema completo de gestión de redes de hemoterapia). No hubo criterios de exclusión. Para el análisis se realizó una tabla de

frecuencias de los anticuerpos irregulares encontrados, su distribución por servicio, por sexo y por grupo etario, así como el porcentaje de los grupos sanguíneos correspondiente a los pacientes estudiados en el año 2021 y los grupos sanguíneos de los pacientes con rastreos positivos. Para evaluar las diferencias con respecto al sexo o al grupo sanguíneo de los pacientes que presentaron rastreo de anticuerpos irregulares (RAI) positivo se utilizó una prueba exacta de Fisher considerando un nivel de significancia menor o igual a 0.05. Para evaluar si las características como sexo o grupo sanguíneo presentan una asociación significativa con la presencia de anticuerpos irregulares se realizó un análisis de razón de momios por el método Baptista-Pike y el cálculo del riesgo relativo con la puntuación asintomática de Koopman con el programa GraphPad Prism 8.0.1 para Windows; los gráficos fueron realizados en Microsoft Excel 365.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FRECUENCIA DE ANTICUERPOS IRREGULARES

El sistema de grupo sanguíneo ABO es el más relevante en el contexto de las transfusiones sanguíneas y los trasplantes de órganos, dado su impacto crítico en la compatibilidad y el éxito de estos procedimientos (Alanazi, 2024; Wu *et al.*, 2024). La compatibilidad en este sistema es esencial para la supervivencia del paciente y el pronóstico clínico. Sin embargo, actualmente resulta prioritario desarrollar protocolos que minimicen el riesgo de aloinmunización mediada por otros sistemas de grupos sanguíneos. En este estudio, se llevó a cabo un análisis retrospectivo con el objetivo de recopilar y organizar información relacionada con el RAI en el Banco de Sangre de un hospital de segundo nivel que brinda atención a la región Huasteca de San Luis Potosí. Según la búsqueda exhaustiva, este es el primer estudio de su tipo realizado en esta región, lo que resalta su relevancia y novedad.

Durante el periodo de estudio, se procesaron 4,619 solicitudes de hemocomponentes pertenecientes a 3,272 pacientes atendidos en el Hospital General de Ciudad Valles, de los cuales el 74.6% fueron mujeres y 25.4% fueron hombres. De estas solicitudes, se registró la realización de una prueba de RAI en 300 casos, de las cuales 12 correspondiente al 4% resultaron positivos. La especificidad del anticuerpo irregular pudo determinarse en ocho pacientes, mientras que en los cuatro restantes no fue posible su identificación. Los datos obtenidos revelan que la frecuencia de anticuerpos irregulares en pacientes atendidos por el Banco de Sangre fue del 4%. Aunque esta frecuencia podría considerarse relativamente baja y supera los valores reportados en otras regiones de México (Mejía-Aguirre *et al.*, 2018). Sin embargo, en otros países de Latinoamérica se han

documentado prevalencias de RAI superiores al 1% (Peralta-Martínez *et al.*, 2015; Bencomo-Hernández *et al.*, 2016; Mosquera-Plata, 2016).

ASOCIACIÓN DE LOS ANTICUERPOS IRREGULARES CON LAS CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO.

La frecuencia de grupos sanguíneos de nuestra población muestra que el grupo más recurrente es el O Rh (D) positivo (81.27%), seguido por el A Rh (D) positivo (12.56%) y el B Rh (D) positivo (4.19%) (Figura 1). Del total de pacientes (n: 12/100%) con anticuerpos irregulares identificados, 10 casos (83.33%) corresponden a mujeres y solo 2 a hombres (16.67%), cuyo rango de edad estaba entre 20 a 69 años (media de 39), concentrando el 41.6% de los pacientes entre 20 a 29 años de edad y el 25% entre los 40 a 49 años (Tabla 1). La frecuencia de grupos sanguíneos muestra que el 92% (n=11) de los pacientes con RAI positivo presentaban sangre O Rh (D) positivo. Con base en estos hallazgos, se infiere que la prueba para la detección de anticuerpos irregulares fue realizada predominantemente en mujeres, siendo la mayoría de ellas portadoras del grupo sanguíneo O Rh (D) positivo (Figura 1, Tabla 1), lo cual es consistente con los datos de prevalencia de grupos sanguíneos del sistema ABO en nuestro país (Peón-Hidalgo *et al.*, 2002), así como la mayor proporción de población femenina en el territorio nacional y regional (INEGI, 2023).

Tabla 1. Clasificación de los pacientes con RAI positivos por grupo etario y por sexo.

Edad (años)	Hombres	Mujeres
20 - 29	0 (0 %)	5 (41.67 %)
30 - 39	0 (0 %)	1 (8.33 %)
40 - 49	0 (0 %)	3 (25 %)
50 - 59	2 (16.67 %)	0 (0 %)
60 - 69	0 (0 %)	1 (8.33 %)
TOTAL	2 (16.67 %)	10 (83.33 %)

En este trabajo se evaluó la posible asociación entre el grupo sanguíneo y el sexo con la presencia de anticuerpos irregulares en los pacientes atendidos durante el periodo de estudio. Los resultados estadísticos indican que no existe una diferencia significativa en la presencia de anticuerpos irregulares entre hombres y mujeres ($p = 0.9999$). Por su parte, los valores de razón de momios (O.R. = 1.372; IC 95%: 0.3045–6.393) y riesgo relativo (R.R. = 1.356; IC 95%: 0.3493–5.452) sugieren una menor probabilidad de que se presenten anticuerpos irregulares en hombres, sin

embargo; la falta de significancia estadística indica que esta diferencia probablemente se deba al azar.

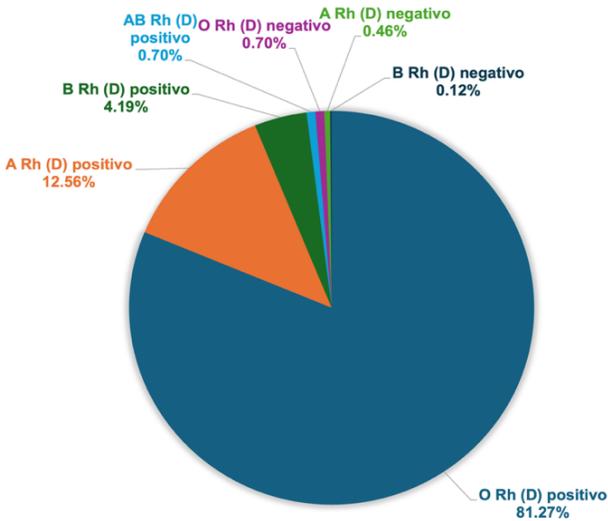


Figura 1. Frecuencia de grupos sanguíneos en pacientes atendidos en el Hospital General de Ciudad Valles. De la base de datos HemoCod se obtuvo la información sobre el grupo sanguíneo del sistema ABO y Rh del total de los pacientes atendidos en el Hospital General de Ciudad Valles durante el periodo de estudio.

De manera semejante, no se encontró una asociación significativa entre el grupo sanguíneo y la presencia de anticuerpos irregulares ($p = 0.6994$). Aunque los resultados muestran que la mayoría de los pacientes con anticuerpos irregulares presentan el grupo sanguíneo O Rh (D) positivo, los valores de razón de momios (O.R. = 2.424; IC 95%: 0.4152–26.64) y riesgo relativo (R.R. = 2.360; IC 95%: 0.4133–14.15) sugieren un mayor riesgo en el grupo sanguíneo O Rh (D) positivo, la falta de significancia estadística indica que este resultado podría deberse al azar (Tabla 2). En ambos casos, un tamaño de muestra más grande podría ayudar a esclarecer esta relación. La diferencia observada, donde se ve una menor frecuencia de anticuerpos irregulares en hombres en comparación con mujeres podría estar relacionada con factores tanto demográficos como clínicos.

En primer lugar, durante el periodo de estudio, aproximadamente el 75% de los pacientes atendidos en el Hospital General de Ciudad Valles fueron mujeres. En segundo lugar, las mujeres tienen mayor exposición a aloinmunización, principalmente durante el embarazo, el parto o en casos de aborto, así como en tratamientos médicos que impliquen transfusiones de concentrados eritrocitarios. Dado que esta respuesta inmunológica puede desencadenarse incluso con una cantidad mínima de eritrocitos, se considera que las mujeres tienen una mayor predisposición a desarrollar anticuerpos irregulares. En varones, el principal factor clínico serían las transfusiones, por lo que otros factores como la exposición inmunológica,

podrían ser más relevantes que el tipo sanguíneo *per se* (Castillo-Macías *et al.*, 2018).

Hasta el momento, la falta de significancia estadística en el análisis de estos resultados nos impide concluir una relación clara sobre la asociación entre el grupo sanguíneo y el sexo con la presencia de anticuerpos irregulares. Sin embargo; se debe tener en cuenta que una posible limitación de nuestro estudio es el tamaño de la muestra, ya que la baja frecuencia de anticuerpos irregulares en la población analizada podría haber afectado la capacidad de detectar asociaciones significativas. Estudios con tamaños muestrales más grandes y un diseño que controle otras variables, como antecedentes transfusionales y gestacionales, podrían proporcionar una mejor comprensión de los factores involucrados en la aloinmunización.

Tabla 2. Asociación entre el sexo y el grupo sanguíneo con la presencia de anticuerpos irregulares.

Variable	p ; OR [IC 95 %]	RR [IC 95 %]
Mujeres/Hombres	0.9999; 1.372 [0.3045 – 6.393]	1.356 [0.3493 – 5.452]
O Rh (D) positivo	0.6994; 2.424 [0.4152 – 26.64]	2.360 [0.4133 – 14.15]

OR: razón de momios; RR: riesgo relativo; IC: intervalo de confianza; p : p -valor.

ESPECIFICIDAD DE LOS ANTICUERPOS IRREGULARES

De los 12 rastreos positivos para anticuerpos irregulares 3 fueron anti-Lewis A (25%), 2 anti-E (17%), 2 anti-c (17%) y uno anti-Duffy A (8%). Los 4 restantes (33%) no fueron identificados y se ingresaron al registro como positivos e indeterminados (Figura 2). Del total de rastreos positivos, la mayoría se registraron en el servicio de módulo máter (58%), seguido por el servicio de cirugía y medicina interna (ambos con 17%) (Figura 3). De acuerdo con la clasificación de los pacientes con RAI positivos por grupo etario y por sexo (Tabla 1), la mayor proporción de estos pacientes se encuentran entre los 20-29 años de edad (41.67%). Esto, aunado a que el 58.3% (7) de los rastreos positivos pertenecía al servicio de módulo máter, indica que las mujeres en edad fértil y con varios embarazos presentaron aloinmunización.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en México el 24% de las mujeres se encuentran en edad fértil entre los 15-29 años, por lo tanto, la atención y acceso a la salud materna e infantil son de especial importancia en este periodo (INEGI, 2023). En la actualidad el promedio de hijos por mujer es de dos; sin embargo, esta cifra no considera los embarazos que terminan en aborto (INEGI, 2023). Esto implica que la

exposición a eritrocitos fetales puede ser mayor de lo que reflejan las estadísticas, lo que incrementa las posibilidades de aloinmunización. Por esta razón, uno de los principales objetivos en el manejo de embarazos subsecuentes es prevenir la sensibilización materna contra antígenos eritrocitarios, a fin de proteger la salud tanto de la madre como del feto. Los anticuerpos IgG producidos por una sensibilización inmunológica (debido a sus características estructurales) pueden atravesar la barrera placentaria y recubrir los eritrocitos fetales que genera (posteriormente), para ser fagocitados por macrófagos esplénicos produciendo anemia fetal. A este proceso de aloinmunización en el embarazo también se le conoce como isoimmunización. La severidad de la enfermedad está influenciada por el título de anticuerpos y su especificidad (los anti-D, anti-c y anti-K representan mayor severidad), por la clase de inmunoglobulina y el número de sitios antigénicos en los eritrocitos (Miller *et al.*, 2013; Contelli *et al.*, 2024). Se ha reportado que en mujeres embarazadas con diagnóstico de isoimmunización eritrocitaria no Rh (D) el factor de riesgo más importante es el antecedente de transfusión sanguínea, seguido de la paridad, antecedente de cirugía mayor o enfermedad hematológica (Javiera-Fuenzalida & Jorge-Carvajal, 2014).

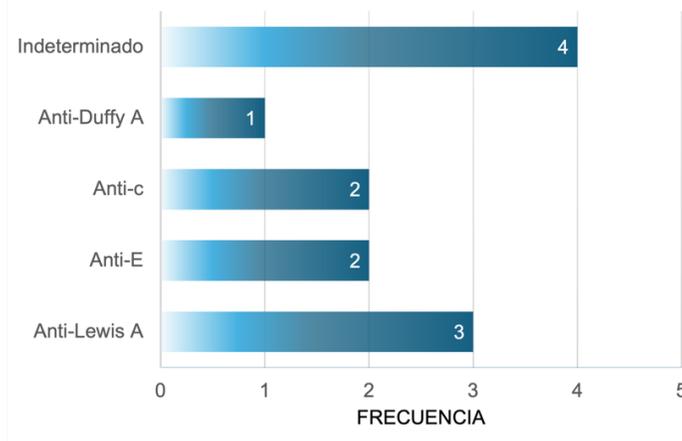


Figura 2. Frecuencia de anticuerpos irregulares en el Hospital General de Ciudad Valles. De la base de datos HemoCod se obtuvo la información sobre los rastreos de anticuerpos irregulares positivos durante el periodo de estudio y se clasificaron de acuerdo con el tipo de anticuerpo irregular identificado. Aquellos que no fueron identificados, se clasificaron como indeterminados.

El anticuerpo irregular anti-Lewis A se encontró en la mayoría (25%) de los RAI, identificados principalmente en solicitudes pertenecientes a mujeres con diagnóstico de embarazo intrauterino. El sistema de grupo sanguíneo Lewis está conformado principalmente por los antígenos Le^a y Le^b, los cuales pueden encontrarse en los eritrocitos, plaquetas y en algunos tejidos como el epitelio gastrointestinal, genitourinario y el riñón. Es importante destacar que los eritrocitos no sintetizan directamente los

antígenos Lewis; en cambio, estos se originan como glicolípidos solubles que circulan en el plasma y se adsorben posteriormente a la membrana de los glóbulos rojos. Esta característica hace que dichos antígenos puedan desprenderse (eluirse) de la membrana eritrocitaria, ya sea después de una transfusión o por procesos fisiológicos que incrementen las lipoproteínas plasmáticas (Arthur *et al.*, 2023).

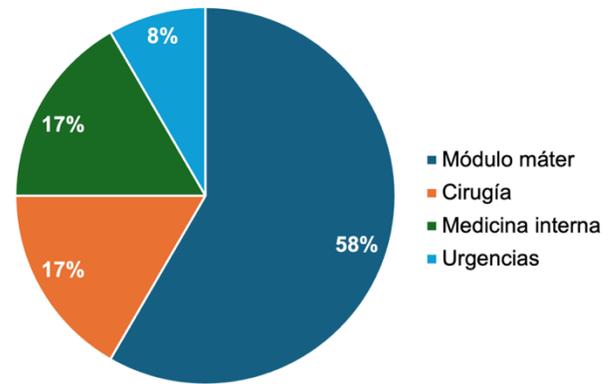


Figura 3. Servicios del hospital de los que provenían los pacientes en los que se encontraron los RAI positivos. De la base de datos HemoCod se obtuvo la información sobre el servicio del hospital en el que se encontraban siendo atendidos los pacientes que dieron positivo al rastreo de anticuerpos irregulares.

La sensibilización a los antígenos del sistema Lewis da lugar a la producción de anticuerpos naturales, predominantemente de tipo IgM, los cuales no atraviesan la placenta. Por esta razón, no se asocian con la enfermedad hemolítica del recién nacido, aunque los antígenos Lewis pueden expresarse de manera limitada en los eritrocitos neonatales (Arthur *et al.*, 2023). A pesar de los avances y conocimiento de los antígenos en los eritrocitos y su importancia clínica, las reacciones hemolíticas fatales relacionadas a la transfusión se dan generalmente por incompatibilidad ABO (ya que los anticuerpos anti-A y anti-B fijan complemento y están en circulación), debido a error en la identificación del paciente o del hemocomponente. Pueden generarse también en pacientes adultos (Vázquez *et al.*, 2002).

Los aloanticuerpos contra eritrocitos pueden generar hemólisis en la circulación o cubrir a los eritrocitos, acelerando su remoción y disminuyendo su vida útil. Entre los anticuerpos que causan hemólisis intravascular incluyen el anti-Duffy, anti-Kell y anti-Lewis (Vázquez *et al.*, 2002), siendo este último el de mayor prevalencia en nuestra población de estudio.

En los resultados se encontró en igual proporción anti-c y anti-E (17%), lo cual es consistente con reportes previos para poblaciones en México

donde se reporta que del 1.2% de mujeres embarazadas que se encuentran aloimmunizadas, un tercio de los casos corresponde a anticuerpos contra antígenos capaces de producir enfermedad hemolítica perinatal, principalmente Rh (D), Kell, Rh (E) y Rh (c), siendo los dos últimos los que encontramos conformando el 34% de la población de estudio con RAI positivos (Javiera-Fuenzalida & Jorge-Carvajal, 2014). De igual manera, el Banco Central de Sangre del Centro Médico Nacional Siglo XXI IMSS reportó un caso con enfermedad hemolítica del recién nacido en una paciente neonata, donde se determinó la presencia de anticuerpos anti-c y anti-E en el suero de la madre y pegados en los eritrocitos del recién nacido (Bonilla-Zavala *et al.*, 2011). Frecuentemente, las exanguinotransfusiones e hiperbilirrubinemias estudiadas en recién nacidos proceden de madres Rh (D) negativo; sin embargo, casos como el mencionado hacen evidente la relevancia del control y rastreo de anticuerpos en la madre durante el periodo prenatal independiente del Rh (D) que presente.

La mayoría de los anticuerpos del sistema Rh son de tipo IgG (principalmente IgG₁ e IgG₃) y, en general, no activan el complemento, lo que provoca hemólisis extravascular en las reacciones transfusionales. El sistema Rh es altamente polimórfico y clínicamente relevante, con 56 antígenos, entre los cuales destacan D, C, c, E y e. Algunos anticuerpos Rh pueden coexistir, como anti-E y anti-c, aunque este último puede pasar desapercibido. Por ello, se recomienda evitar transfusiones con sangre c positiva en pacientes sensibilizados. En cambio, no se justifica buscar anti-E en presencia de anti-c, ya que es común que los donantes c positivos sean E negativos (Arthur *et al.*, 2023).

Es importante mencionar que las inmunizaciones que generan anticuerpos irregulares pueden persistir durante varios años. En Santiago de Cuba se documentó un caso de anti-E en una mujer de 47 años, grupo sanguíneo O Rh (D) positivo, sin antecedentes transfusionales, quien desarrolló una reacción hemolítica tardía tras recibir dos unidades de concentrado eritrocitario isogrupo durante el tratamiento de anemia secundaria a un fibroma uterino. El anti-E, originado en su último embarazo 18 años antes, no fue identificado en las pruebas pretransfusionales iniciales, lo que resultó en una crisis hemolítica posterior a la transfusión (Ali-Pérez *et al.*, 2019).

El anti-Duffy A (Fy^a) se encontró en un 8% de los RAI positivos de nuestra población de estudio. El sistema Duffy (Fy) comprende varios anticuerpos clínicamente significativos, siendo el anti-Fy^a uno de los más comunes. En contraste, el anti-Duffy B (Fy^b) es aproximadamente 20 veces menos frecuente. Ambos suelen ser de tipo IgG₁ y se detectan principalmente mediante pruebas de antiglobulina humana. Los anticuerpos naturales en este sistema son poco comunes (Arthur *et al.*, 2023).

Tanto el anti-Fy^a como el anti-Fy^b pueden provocar reacciones hemolíticas postransfusionales (RHPT), ya sean agudas o tardías. Aunque en la mayoría de los casos estas reacciones son leves, se han documentado casos graves e incluso fatales. Además, ambos anticuerpos han sido implicados en enfermedad hemolítica del recién nacido, con cuadros que van desde leves hasta severos. Otros anticuerpos menos frecuentes del sistema, como el anti-Fy³ y el anti-Fy⁵, también se han asociado con RHPT, siendo el anti-Fy³ responsable de reacciones tanto agudas como tardías y el anti-Fy⁵ vinculado con RHPT tardías (Arthur *et al.*, 2023).

A pesar de que la incompatibilidad materno-fetal del grupo sanguíneo Duffy es una causa común de enfermedad hemolítica perinatal, la identificación de este tipo de anticuerpos no se realiza de manera rutinaria (Koelewijn *et al.*, 2008; Castillo-Macías *et al.*, 2018). La investigación debe efectuarse entre las 6 y 7 semanas del desarrollo fetal, cuando la enfermedad tiende a ser leve (Pogo & Chaudhuri, 2000). La glicoproteína Duffy, también conocida como receptor de quimiocinas Duffy (DARC, por sus siglas en inglés), actúa como receptor para diversas citocinas como la interleucina-8 (IL-8), la proteína quimiotáctica de monocitos-1 (MCP-1) y el factor estimulante del crecimiento de melanoma (MGSA). Esta es una proteína transmembranal con una estructura característica de los receptores acoplados a proteínas G, dentro de los cuales se encuentran los receptores de citocinas.

Aunque la función exacta del DARC en eritrocitos no se comprende completamente, se ha sugerido que podría participar en la eliminación de mediadores inflamatorios al actuar como receptor para citocinas en individuos Duffy positivos. No obstante, esta función puede ser limitada en poblaciones donde el antígeno Duffy está ausente en los eritrocitos, como ocurre en la mayoría de los individuos de ascendencia africana (Arthur *et al.*, 2023). Por otro lado, el DARC también se expresa en células endoteliales, especialmente en las vénulas poscapilares, donde se ha vinculado con la inhibición de la metástasis de células tumorales y con la inducción del envejecimiento celular. Además, se ha propuesto que su expresión en eritrocitos podría contribuir a la inhibición de la angiogénesis y a la disminución de la progresión del cáncer de próstata, al facilitar la eliminación de citocinas proangiogénicas liberadas en el microambiente tumoral (Arthur *et al.*, 2023). El sistema de antígenos Duffy es común en la población mexicana, con una prevalencia del 83.3% para Fy^a y del 57.6% para Duffy B (Fy^b). En consecuencia, la presencia de aloanticuerpos dirigidos contra estos antígenos representa un potencial riesgo para los pacientes (Castillo-Macías *et al.*, 2018).

En este estudio el 33.33% de los RAI positivos no fueron identificados de manera exitosa, por lo que no se sabe a qué grupo pertenecen. Esto pudo

deberse a varios factores como la aplicación de técnicas inadecuadas, capacitación insuficiente del personal que rota en los tres turnos del Banco de Sangre, falta de insumos o escasez de muestra para el estudio. Aunque parece un porcentaje elevado, otros autores han reportado dificultades similares para identificar el 100% de sus RAI positivos (Xie *et al.*, 2019), lo que hace cada vez más evidente la importancia del conocimiento sobre el tema que redunde en una correcta capacitación del personal y el aseguramiento de insumos suficientes para la identificación.

Es importante resaltar que en México no es obligatoria la transfusión de isogrupos sanguíneos fuera del sistema ABO y Rh; sin embargo, las guías de práctica clínica nacionales determinan realizar en las pacientes embarazadas una prueba de antiglobulina humana (Coombs) indirecta desde la primera consulta prenatal y en la semana 28 de la gestación (Lacarrière-Mejía *et al.*, 2022). No obstante, estas guías y la NOM-007-SSA2-2016, para la atención de la mujer durante el embarazo, parto y puerperio y de la persona recién nacida, solo refieren la identificación y titulación del anticuerpo anti-D en mujeres Rh (D) negativas y no obliga a la búsqueda intencionada de los demás anticuerpos irregulares, que no son exclusivos de las pacientes con Rh (D) negativas (Malagón-Martínez, 2007; Diario Oficial de la Federación, 2016; Lacarrière-Mejía *et al.*, 2022). Debido a que la mayoría de las determinaciones de anticuerpos irregulares encontrados en este trabajo fueron en pacientes gestantes se hace hincapié la necesidad de difundir y trabajar de manera conjunta para evitar la enfermedad hemolítica perinatal ya que las consecuencias son severas. En vista de que las manifestaciones clínicas iniciales no permiten sospechar de la presencia de un anticuerpo irregular hasta que el estado de salud de los pacientes se vuelve crítico, es importante que todo el personal de salud sea consciente de las exposiciones a otros sistemas de grupos sanguíneos y de esta manera trabajar en el mejor interés de los pacientes. Las pruebas pretransfusionales deben encaminarse a la prevención de la aparición de anticuerpos antieritrocitarios, lo cual implica el analizar si clínicamente la transfusión es necesaria y contribuirá a mejorar el estado de salud del paciente, ya que no solo impacta en el propio paciente, sino en el entorno familiar porque suele prolongar las estancias hospitalarias, aunado al incremento del costo para el sistema de salud. En otros países se ha reportado que las reacciones adversas a las transfusiones sanguíneas no solo aumentan los costos por paciente, sino que también prolongan la estancia hospitalaria total a lo largo del año. Estas consecuencias pueden reducirse con una adecuada estrategia de prevención, que comienza con el conocimiento de las características de aloinmunización en la población que se atiende en cada centro hospitalario (Ribed-Sánchez *et al.*, 2018).

Considerando que los anticuerpos irregulares pueden ser producidos por todos los pacientes, pero que su frecuencia y distribución no es siempre la misma, estudios como este permiten conocer en mayor medida a la población que es atendida por los servicios de salud, lo cual permitirá implementar estrategias que busquen limitar las reacciones adversas a la transfusión, como ya se ha demostrado en estudios realizados en otros países (Py, 2010). Lo anterior pone de manifiesto que las investigaciones sobre las poblaciones que se atienden son de gran importancia para la toma de decisiones en el ámbito de la salud (Xie *et al.*, 2019).

Una de las principales limitaciones de este trabajo es que la muestra es relativamente pequeña, debido principalmente a la disparidad de insumos con que se cuenta en el hospital con respecto a la cantidad de pacientes que atiende. No obstante, hasta donde se investigó, es el primer estudio de su tipo que se realiza en la región, cuyas características demográficas son particularmente diversas. Esto permitirá sentar las bases para arrojar luz sobre la importancia del rastreo de anticuerpos irregulares en los pacientes que se atienden en nuestra región. Para lograrlo, es fundamental poner especial énfasis en dos aspectos clave: 1) la capacitación continua del personal que labora en el Banco de Sangre, con el objetivo de reducir la cantidad de anticuerpos irregulares no identificados, y 2) la difusión de los resultados de esta y otras investigaciones relacionadas, con el fin de justificar ante la dirección del hospital la necesidad de contar con un suministro adecuado de insumos para realizar las pruebas de RAI a los pacientes atendidos en el Banco de Sangre.

De manera integral, el conocimiento sobre la distribución y presencia de los distintos sistemas de grupos sanguíneos, así como la identificación de anticuerpos irregulares en los pacientes, correlacionando estos hallazgos con variables como el sexo, el diagnóstico y la frecuencia de presentación, resulta esencial para implementar estrategias que garanticen un servicio de transfusión eficaz. Esto no solo mejora la calidad de atención brindada a los pacientes, sino que también permite una mejor optimización de los recursos disponibles en la institución.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo, con base en el total de rastreos de anticuerpos irregulares realizados se obtuvo una positividad del 4%; un porcentaje superior a lo referido por la NOM-253-SSA-1-2012. En el 33.33% de los rastreos positivos no se identificó el anticuerpo irregular presente, lo que sugiere que aún hay áreas de oportunidad para mejorar las técnicas empleadas en el rastreo, solicitar un stock más amplio de pruebas para realizar, así como la actualización y capacitación del personal de Banco de Sangre, lo cual redundará en una atención de mejor calidad. Los resultados

de este estudio no sugieren una asociación significativa entre el grupo sanguíneo o el sexo con la presencia de anticuerpos irregulares en la población estudiada. Sin embargo, dada la relevancia clínica de la aloinmunización en transfusiones y embarazos, se recomienda continuar con investigaciones en poblaciones más amplias y con un enfoque multivariable para determinar los factores de riesgo con mayor precisión. Las pruebas pretransfusionales deben encaminarse a la prevención de la aparición de anticuerpos antieritrocitarios, donde clínicamente se justifique el costo-beneficio de la transfusión para evitar incrementar los costos de los servicios de salud y los días de estancia hospitalaria de los pacientes. Este es el primer trabajo de su tipo realizado en la región Huasteca, donde la población es étnicamente diversa, por lo que sienta un precedente para futuros estudios que permitan ampliar la información que aquí se muestra, con el fin de mejorar la atención a los pacientes de la región.

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

APROBACIÓN DE COMITÉ DE INVESTIGACIÓN Y DE ÉTICA

Comité de Ética e Investigación del Hospital General de Ciudad Valles mediante el dictamen favorable para el protocolo de investigación con número de registro 08/2021 para acceder a los datos utilizados en el presente estudio.

REFERENCIAS

Alanazi, F. M. (2024). Prevalence of ABO, Rh, and Kell Antigens Among Blood Donors in Al-Qurayyat Region. *Clinical Laboratory*, 70(12), 2290–2298. <https://doi.org/10.7754/CLIN.LAB.2024.240710>

Ali-Pérez, N. A., Matos-Bayeu, A. A., & Rodríguez-Ruiz, M. (2019). Reacción transfusional hemolítica retardada por aloanticuerpo anti-E. *Revista Información Científica*, 98(1), 98–105. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-99332019000100098&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Bencomo-Hernández, A. A., Rojas, S. A., González-Díaz, I., Monteagudo, A. C., Morera-Barrios, L. M., & Leyva, R. R. (2016). Red blood cell antigens and antibodies in patients awaiting renal transplantation. In *Revista Cubana de Hematología, Inmunol y Hemoter* (Vol. 32, Issue 2). <http://scielo.sld.cu>

Bonilla-Zavala, R., Sánchez-Huerta, R., Rivera-López, R., & Ambriz-Fernández, R. (2011). Enfermedad hemolítica del recién nacido por

anti-c y anti-E. *Revista Mexicana de Medicina Transfusional*, 4(1), 10–13.

Castillo-Macías, A., Díaz-Chuc, E., Sotelo-Coronado, J., Llaca-Díaz, J., Avilés-Rodríguez, L., Pérez-Chávez, F., Cázares-Tamez, R., Mercado-Del Ángel, F., Castillo-Macías, A., Díaz-Chuc, E., Sotelo-Coronado, J., Llaca-Díaz, J., Avilés-Rodríguez, L., Pérez-Chávez, F., Cázares-Tamez, R., & Mercado-Del Ángel, F. (2018). Anticuerpos anti-Fya con reacción anamnésica asociada con anti-D en transfusión intrauterina: reporte de un caso. *Ginecología y Obstetricia de México*, 86(2), 158–163. <https://doi.org/10.24245/GOM.V86I2.1550>

Arthur, C.M., Olsson, L.M., & Stowell, S.R. (2023). ABO and Other Carbohydrate Blood Group Systems. In Cohn, C., Delaney, M., Johnson, S.T., Katz, L.M., & Schwartz, J. (Ed.), *AABB Technical Manual* (21st ed., pp. 303–336). Association for the Advancement of Blood & Biotherapies.

Contelli, H. S., de Oliveira, M. C., Ido, A. A. S., Francalanci, E. M., Terra, P. O. da C., Filho, E. R., Batistão, D. W. da F., & Royer, S. (2024). Assessment of erythrocyte alloimmunization among patients treated at a Brazilian university hospital. *Hematology, Transfusion and Cell Therapy*, 46, S128–S135. <https://doi.org/10.1016/J.HCTCT.2024.04.128>

del Peón-Hidalgo, L., Pacheco-Cano, M. G., Zavala-Ruiz, M., Madueño-López, A., & García-González, A. (2002). Frecuencias de grupos sanguíneos e incompatibilidades ABO y RhD, en La Paz, Baja California Sur, México. *Salud Pública de México*, 44(5), 406–412.

Diario Oficial de la Federación. (2012, October). *Norma Oficial Mexicana NOM-253-SSA1-2012, Para la disposición de sangre humana y sus componentes con fines terapéuticos*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/219069/NOM-253-SSA1-2012_Para_la_disposicion_de_sangre_humana_y_sus_componentes_con_fines_terapeuticos.pdf

Diario Oficial de la Federación. (2016, April 7). *Norma Oficial Mexicana NOM-007-SSA2-2016, Para la atención de la mujer durante el embarazo, parto y puerperio, y de la persona recién nacida*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5432289&fecha=07/04/2016#gsc.tab=0

INEGI. (2023). *Estadísticas a propósito del día internacional de la mujer*.

Javiera-Fuenzalida, C., & Jorge-Carvajal, A. C. (2014). Manejo de la embarazada con isoimmunización por anticuerpos irregulares. *Revista Chilena de Obstetricia y Ginecología*, 79(4), 315–322. <https://doi.org/10.4067/S0717-75262014000400011>

- Koelewijn, J. M., Vrijkotte, T. G. M., Van Der Schoot, C. E., Bonzel, G. J., & De Haas, M. (2008). Effect of screening for red cell antibodies, other than anti-D, to detect hemolytic disease of the fetus and newborn: a population study in the Netherlands. *Transfusion*, 48(5), 941–952. <https://doi.org/10.1111/J.1537-2995.2007.01625.X>
- Lacarrière-Mejía, D., Ruiz Velazco-Benítez, Y. A., & Vázquez-Parrodi, M. (2022). *Guía de Práctica Clínica: Atención y cuidados multidisciplinarios en el embarazo* (Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud, Ed.).
- Malagón-Martínez, A. (2007). *Guía para el uso clínico de la sangre* (R. A. Marín y López, Ed.; 3rd ed.). Secretaría de Salud.
- Mejía-Aguirre, B., Palomino-Morales, R., Linares-Ramírez, V., & Jiménez-González, M. D. C. (2018). Frecuencia de anticuerpos irregulares y factores asociados en pacientes con patología cardíaca. In *Rev Mex Med Tran* (Vol. 11, Issue 1).
- Miller, S. T., Kim, H. Y., Weiner, D. L., Wager, C. G., Gallagher, D., Styles, L. A., Dampier, C. D., & Roseff, S. D. (2013). Red blood cell alloimmunization in sickle cell disease: Prevalence in 2010. *Transfusion*, 53(4), 704–709. <https://doi.org/10.1111/J.1537-2995.2012.03796.X>
- Mosquera-Plata, A. S. (2016). *Prevalencia de anticuerpos irregulares en pacientes politransfundidos en el Hospital Pediátrico Baca Ortiz en el período 2012- 2015*. Universidad Central del Ecuador.
- Organizacion Mundial de la Salud. (2020). *Disponibilidad y seguridad de la sangre a nivel mundial*.
- Peralta-Martínez, Z. del S., Estrada-Díaz, C. A., & González-Hernández, Y. T. (2015). *Importancia de anticuerpos irregulares en medicina transfusional* [Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/1037/1/61304.pdf>
- Pogo, A. O., & Chaudhuri, A. (2000). The duffy protein: A malarial and chemokine receptor. *Seminars in Hematology*, 37(2), 122–129. [https://doi.org/10.1016/S0037-1963\(00\)90037-4](https://doi.org/10.1016/S0037-1963(00)90037-4)
- Py, J. Y. (2010). Choix des concentrés érythrocytaires délivrés par les dépôts et sécurité transfusionnelle immunologique. *Transfusion Clinique et Biologique*, 17(5–6), 334–340. <https://doi.org/10.1016/J.TRACLI.2010.09.166>
- Red Cell Immunogenetics and Blood Group Terminology | ISBT Working Party | The International Society of Blood Transfusion (ISBT)*. (n.d.). Retrieved January 28, 2025, from <https://www.isbtweb.org/isbt-working-parties/rcibgt.html>
- Ribed-Sánchez, B., González-Gaya, C., Varea-Díaz, S., Corbacho-Fabregat, C., Bule-Farto, I., & Pérez de-Oteyza, J. (2018). Analysis of economic and social costs of adverse events associated with blood transfusions in Spain. *Gaceta Sanitaria*, 32(3), 269–274. <https://doi.org/10.1016/J.GACETA.2017.10.021>
- Vázquez, J., Vassallo, E., & Storino, M. (2002). Reacciones Posttransfusionales. *Revista de La Facultad de Medicina*, 25(2), 154–162. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04692002000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Wu, H., Li, R., Wei, H., Zhu, W., & Xing, Y. (2024). Clinical Characteristics and Prognosis of Hemolytic Disease of the Newborn Caused by Irregular Antibodies: A 13-Year Retrospective Analysis. *Children* 2024, Vol. 11, Page 1409, 11(12), 1409. <https://doi.org/10.3390/CHILDREN11121409>
- Xie, J. H., Chong, J. H., Huang, X., Wang, W., Dong, Z., Li, T. T., Li, L. X., & Wu, L. N. (2019). [Result analysis of irregular erythrocyte antibody screening]. *Zhongguo Ying Yong Sheng Li Xue Za Zhi = Zhongguo Yingyong Shenglixue Zazhi = Chinese Journal of Applied Physiology*, 35(5), 457–459. <https://doi.org/10.12047/J.CJAP.5807.2019.099>