

Primer trasplante cardiaco infantil ABO incompatible. Una realidad en España

Segundo premio
XX Congreso Nacional
Asociación Española de Perfusionistas
junio 2018

RESUMEN / ABSTRACT

Introducción: Una de las mayores dificultades en trasplante cardiaco infantil es la escasez de órganos compatibles y del tamaño adecuado. El trasplante cardiaco ABO incompatible es una realidad a nivel mundial. La mortalidad en lista de espera en nuestro país necesita la puesta en marcha de este tipo de trasplante, lo que nos permitirá aprovechar mejor los órganos ofertados y disminuir el tiempo en lista de espera de estos pacientes.

Caso clínico: Presentamos el primer caso de trasplante cardiaco ABO incompatible realizado con éxito en España. La candidata fue una niña de cinco meses que presenta al nacimiento un Síndrome de Ventrículo Izquierdo Hipoplásico. Realizándose en periodo neonatal un procedimiento híbrido consistente en bi-banding de arteria pulmonar y colocación de stent en ductus arterioso y tabique interauricular para conseguir estabilización hemodinámica hasta el momento del trasplante. Se mantuvo en lista de espera de trasplante cardiaco compatible desde el 18 de septiembre hasta la apertura del programa ABOi en nuestro centro (24/11/2017). Recibiendo un órgano grupo B donante para un grupo A receptor el día 9 de enero de 2018.

Discusión: Desde el momento de inclusión en lista de espera y una vez trasplantados durante el resto de su vida estos pacientes han de recibir una política transfusional específica.

Palabras clave: ABO incompatible; pediátrico; circulación extracorpórea; trasplante cardiaco.

First Abo Incompatible Child Cardiac Transplantation. A Reality In Spain

Introduction: One of the greatest difficulties in infant cardiac transplantation is the shortage of compatible organs and the right size. Incompatible ABO cardiac transplantation is a reality worldwide. In our country waiting list mortality needs the implementation of this type of transplant, which will allow us to take better advantage of the organs offered and reduce the waiting list time.

Clinical case: We present the first case of incompatible ABO cardiac transplantation successfully performed in Spain. The candidate was a five-month-old girl who presented at birth a Hypoplastic Left Heart Syndrome. A hybrid procedure consisting of a bi-banding pulmonary artery and stenting of both ductus arteriosus and interatrial septum was performed in the neonatal period to achieve hemodynamic stabilization until the transplantation time. She remained on the waiting list of compatible cardiac transplantation from September 18 until the opening of the ABOi program in our center (24/11/2017). Receiving a group B donor organ for a group A receiver on January 9, 2018.

Discussion: From the inclusion in the waiting list and for the rest of their lives these patients must receive a specific transfusion protocol.

Keywords: incompatible ABO; pediatric; extracorporeal circulation; heart transplantation.



Blanca Ramírez Gómez

Perfusión Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid

José Ángel Zamorano Serrano

Perfusión Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid

Rosario Pérez Pérez

Perfusión Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid

José Ramón Fuentes Morán

Anestesiología Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid

Juan Miguel Gil Jaurena

Cirugía Cardíaca Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid

Manuela Camino López

Cardiología Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid

Blanca Ramírez Gómez
Perfusión Pediátrica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón.
C/ O'Donnell 48-50
28009 Madrid, España.
Teléfono: 615052618
e-mail: blancamararamirez@gmail.com

Recibido: agosto de 2018
Aceptado: octubre de 2018

INTRODUCCIÓN

La investigación con animales de Peter Medawar en 1950 encontró que el sistema inmune inmaduro del recién nacido y del lactante puede proporcionar una oportunidad única para una mejor aceptación de órganos trasplantados durante ese periodo¹. Concomitantemente, investigaciones no relacionadas con el desarrollo de anticuerpos ABO «naturales» encontraron que la respuesta a los polisacáridos, incluidos los antígenos del grupo sanguíneo ABH, se redujo o estuvo ausente en los primeros 6 a 24 meses de vida².

En el mismo rango de edad, los niños muestran una alta frecuencia y severidad de infecciones con bacterias con encapsulación de polisacáridos y falta de producción de anticuerpos para vacunas de polisacáridos puros contra estos patógenos, también un reflejo de una respuesta inmune inadecuada a las estructuras de carbohidratos³. La exposición a *E. Coli* acelera y aumenta la formación de anticuerpos contra el grupo sanguíneo A, como se muestra en estudios éticamente cuestionables de la década de 1960⁴.

El Grupo de la Dra. L. West usó esta ventana de inmadurez del sistema inmunitario para trasplantar un órgano ABO incompatible (ABOi) de manera segura y controlar el desarrollo de la respuesta inmunitaria hacia el antígeno o antígenos del grupo sanguíneo del donante con supresión inmunitaria estándar⁵. Por lo tanto, los bebés que esperan un trasplante podrían incrementar el acceso a órganos independientemente del grupo sanguíneo del donante, consiguiendo un mayor número de niños que sobreviven al trasplante y una menor proporción de órganos que se desperdician⁶. Superando estos objetivos, los primeros diez pacientes mostraron un cambio único en el desarrollo de anticuerpos dirigidos por grupos sanguíneos en los años posteriores al trasplante: los anticuerpos contra el grupo sanguíneo del donante medidos por los títulos de isohemaglutininas permanecieron ausentes o muy bajos. En contraste, en los pacientes del grupo sanguíneo O, los anticuerpos hacia el grupo sanguíneo se desarrollaron normalmente, lo que indica que este fue un efecto específico del antígeno en lugar de una respuesta inmune global reducida^{5,7}.

Alentado por estos hallazgos y el concepto específico, el enfoque se incluyó como una opción general en las pautas de inclusión en listas de trasplante cardíaco canadienses y fue adoptado por el centro de trasplante pediátrico del oeste de Canadá en Edmonton, Alberta. La reducción de la mortalidad en la lista de espera debido a la asignación optimizada de órganos fue documentada por ambos centros⁸. Los primeros casos fuera de Canadá fueron publicados desde Munich, Alemania⁹, seguido de una exitosa serie de 21 pacientes del Reino Unido¹⁰. Finalmente, las políticas de la Red Unida para Compartir Órganos (UNOS) empezaron a permitir la asignación de corazones infantiles a receptores de ABOi en USA, sin embargo, solo de forma secundaria si

el órgano no se reclamó primero para un ABO compatible (ABOc) y con criterios muy restrictivos para el receptor (títulos de isohemaglutininas <1:4 y edad <1 año). Debido a estas restricciones, pero también debido al escepticismo natural hacia nuevos enfoques potencialmente de riesgo, la cohorte ABOi inicial trasplantada en USA mostró un perfil de riesgo significativamente peor que los receptores ABOc¹¹, pero sin embargo mostró una supervivencia igual y una menor frecuencia de rechazo agudo en el primer año. A pesar de este enfoque cauteloso, informaron tiempos de espera más cortos para los receptores de ABOi en USA¹².

Los datos a largo plazo de la cohorte original en Toronto confirmaron tasas similares de rechazo agudo y vasculopatía de injerto cuando se comparan los receptores infantiles de trasplantes cardíacos ABOi y ABOc¹³, mostrando una tolerancia específica de antígeno al grupo sanguíneo del donante con títulos de isohemaglutininas que permanece ausente o por debajo de los valores normales y no hay casos reportados de rechazo tardío mediado por anticuerpos (AMR)¹⁴. Los datos de la cohorte más grande hasta la fecha se recopilaron en un estudio internacional sobre 55 pacientes de 7 centros, en Canadá, Europa y USA, este informe mostró una excelente supervivencia a largo plazo, ausencia persistente de títulos de isohemaglutininas en el donante y ausencia de AMR asociada a ABO¹⁵.

Los criterios que en nuestro centro se establecieron para ser considerados candidatos a trasplante cardíaco ABO incompatible fueron todo aquel paciente con título de isohemaglutininas menor o igual a 1:8 (negativa, 1:1, 1:2, 1:4, 1:8) y menores de 12 meses. Desde el momento de inclusión en lista se abrirá una ficha especial transfusional. En caso de ser preciso transfusión se utilizará hematíes del grupo del receptor o grupo O, plasma AB y plaquetas AB o lavadas. Se realizarán determinaciones periódicas de isohemaglutininas (cada 15 días). Si el título es superior a 1:8 de producción propia el paciente será excluido de lista de espera ABO incompatible. La distribución de los órganos se hará exclusivamente siguiendo criterios de urgencia sin tener en cuenta la compatibilidad de grupo.

El día del trasplante se realizará una nueva determinación de isohemaglutininas (ISO-O) cuyo resultado va a determinar la necesidad o no de realizar exanguinotransfusión. Es importante realizar una reserva de hemoderivados en banco que permita realizar tres exanguinotransfusiones además de las necesidades habituales. Si el título de isohemaglutininas es igual o mayor a 1:8 será preciso realizar exanguinotransfusión. Durante la intervención se repetirán determinaciones seriadas de isohemaglutininas, tras realizar dos recambios sanguíneos y una vez en CEC se realiza la ISO-1, a los 30 minutos de inicio de CEC se realiza la ISO-2, antes del desclampaje aórtico ISO-Ao, y tras salida de CEC una vez administradas las plaquetas se realiza la ISO-FIN. No se podrá desclampar la aorta si el título de iso-

hemaglutininas es igual o superior a 1:8. Es importante mandar con tiempo suficiente la determinación de isohemaglutininas mínimo 30 minutos antes del desclampaje para no prolongar el tiempo de isquemia innecesariamente. El circuito de circulación extracorpórea será modificado para permitir realizar las exanguinotransfusiones (Figura 1).

Durante el postoperatorio mantendrá la misma política transfusional de por vida: hematíes del grupo receptor o grupo O, plasma AB y plaquetas AB o lavadas. Como excepción en caso de receptor del grupo O se podrá administrar plasma y plaquetas del grupo del donante (Figura 2). El paciente portará una tarjeta de identificación una vez dado de alta que advierta de su protocolo transfusional. Se realizará una determinación periódica de isohemaglutininas: diariamente durante la primera semana; semanalmente la segunda, tercera y cuarta semana; cada dos semanas durante el segundo y tercer mes; mensualmente el cuarto, quinto y sexto mes; posteriormente cada tres meses. En caso de hallazgo de título de isohemaglutininas mayor a 1:8 se realizará plasmaféresis.

CASO CLÍNICO

Recién nacido a término (27/07/2017) de 2980 g con diagnóstico de síndrome de hipoplasia de ventrículo izquierdo (HLHS) y distrés respiratorio inmediato. Por ecografía se confirma HLHS, con variante de atresia mitro-aórtica, aorta ascendente de 4 mm e insuficiencia tricúspide leve.

A los 5 días de vida se realiza procedimiento híbrido en la sala de hemodinámica, mediante bi-banding de las arterias pulmonares y colocación de stent en el ductus (9x20 mm). (Figuras 3). En el postoperatorio precisó hemodiafiltración veno-venosa continua, así como revisión quirúrgica por mediastinitis (*S. Aureus*). Con 41 días de vida, se implantó un stent en la comunicación interauricular (CIA) al hacerse esta restrictiva, precisando una angioplastia posterior.

Tras ser listado para trasplante cardiaco ABOc (18/09/2017), fue incluido como candidato a ABOi una vez abierto este programa en nuestro centro (24/11/2017). Permanece en UCI neonatal 76 días y pasa a planta de cardiología permaneciendo estable hasta el día del trasplante (88 días).

El día 9/01/2018 se oferta un corazón del grupo B+ para nuestra receptora que es grupo A+. En ese momento, la paciente tiene 5 meses de vida, con un peso de 5 kg, talla 49 cm y una superficie corporal de 0,23 m². La titulación de la ISO O es de 1:2.

A su llegada a quirófano se procede a la monitorización cardiaca (ECG, TA, PVC, SatO₂ y temperaturas) y neurológica con BIS View® (A Biespectral Index, Aspect Medical System, Norwood, USA), oximetría cerebral y somática con monitor INVOS® (Somanetics Corporation, Troy, MI, EE. UU.). Para el control de flujos y de gases en línea, se usó el moni-

tor en tiempo real System M-M4 (Spectrum Medical, Gloucester, UK) y gasometrías arteriales y venosas con autoanalizador GEM premier4000® (Instrumentation Laboratory Spa, Milano, Italia), medidor de TCA®, Hemochron Jr® (ITC, Ródano, Italia) Tromboelastograma ROTEM (Sigma, Munich, Alemania).

Preparación de la bomba de circulación extracorpórea según protocolo habitual añadiendo las modificaciones técnicas para la realización del procedimiento de exanguinotransfusión (Figura 1). Utilizamos una bomba de rodillo Stockert SIII® (Stockert, Muenchen, Alemania) con mezclador de gases electrónico, módulo de normo-hipotermia Stockert y un medidor de flujo adicional Flow-meter (Transonic System, Ithaca, USA). Oxigenador D902 Lilliput2® (Sorin Group, Mirandola, Italia) con set de tubos neonatal (línea arterial 1/4, línea venosa 1/4, cabezal de bomba -R/W-1/4) (Sorin Group®, Mirandola, Italia), reservorio adicional (Medtronic®, Minneapolis, USA), 2 líneas de 1/4 adicionales, recuperador de sangre X-TRA (Sorin Group®, Mirandola, Italia), hemofiltro Minntech® (Medivators, Minneapolis, USA) para realizar ultrafiltración convencional y modificada (CUF/MUF), cardioplegia cristaloides Celsior® (IGL, Lissie, Francia) y Drenaje Venoso Activo® (Sorin Group, Mirandola, Italia).

El cebado del circuito de CEC se realizó con 100cc de Albumina al 20%, 200 cc de Plasmalyte 148® (Baxter, Deerfield, USA) y 300 cc de concentrado de hematíes (CH). En el reservorio adicional se prepararon 2 recambios sanguíneos (280 cc de CH y 560 cc de Plasma fresco congelado PFC) calentando y tamponando toda la sangre del circuito incluyendo la de los recambios, con 5 mg de Heparina Sódica al 1%, 100 mg de CaCl₂ y 10 mEq de NaHCO₃ por cada 100 cc de hemoderivados (determinaciones seriadas de gasometrías del cebado).

La cantidad de hemoderivados que utilizamos durante el procedimiento fue: 4 Unidades (UI) CH grupo A, 3 UI Plasma AB y 2 UI plaquetas AB al final del procedimiento.

Dado que la ISO-O era de 1:2 y no se precisó exanguinotransfusión, se comenzó la CEC (Canulación en tronco braquiocefálico con fistula de PTFE de 3,5 mm (Gore-Tex®, Flagstaff, AZ, USA) y ambas cavas) con determinaciones ISO-1 e ISO-2 a los 5' y a los 30', respectivamente. En hipotermia a 21°C «desmontamos» el procedimiento híbrido: retirada de ambos banding y angioplastia con balón de ambas ramas pulmonares, además de extracción del stent ductal con reconstrucción del arco aórtico (anastomosis del arco con aorta descendente más ampliación con parche de aorta del donante). Con objeto de ahorrar isquemia, realizamos la ISO-Ao antes de comenzar la implantación propiamente dicha. Secuencia de anastomosis: aurícula izquierda, aorta y, una vez desclampada la aorta (confirmación ISO-Ao), a corazón latiendo se suturan vena cava inferior, arteria pulmonar y vena cava superior.

Salida de CEC con buena hemodinámica, 20´ de MUF. Tiempo de CEC 222´, tiempo de perfusión cerebral 35´, Tiempo total de isquemia 233´, temperatura 21°C.

El paciente evolucionó satisfactoriamente pasando a planta a los quince días del trasplante y fue dado de alta a los 49 días postcirugía. En su control a los 6 meses del trasplante transcurre sin complicaciones.

DISCUSIÓN

El programa ABO incompatible aumenta el número de trasplantes por mejor aprovechamiento de los donantes ofertados (no se desechan por grupo sanguíneo incompatible). De este modo permite reducir los tiempos de espera para un trasplante en el grupo de edad más vulnerable. En España, la mediana de tiempo de espera para un trasplante cardíaco pediátrico se sitúa (según cifras de la ONT) en 102 días, con un intervalo entre 20 y 207 días. En el subgrupo de receptores menores de un año este tiempo aumenta considerablemente y es más acusado en los receptores del grupo O. A mayor tiempo en lista de espera, mayor probabilidad de complicaciones, de ingreso en UCI, de necesidad de requerir algún tipo de asistencia ventricular... y todo ello asociado a una mayor mortalidad.

En el 2006 L. West presentó no sólo una reducción en los tiempos de espera sino también una reducción de la mortalidad en lista de espera gracias a esta estrategia ABO incompatible⁸. Esta reducción es más llamativa en el grupo de niños más graves (pasó de una probabilidad de trasplante de un 5 a un 50% y de una mortalidad de un 75% a un 15% en el grupo de status 4 o más grave). El riesgo de mortalidad o necesidad de retransplante no se vio aumentado por implantar un corazón de diferente grupo. Esto también se reafirmó por el grupo de Dipchand (Toronto, Canadá) donde compararon los resultados tanto a corto como a largo plazo de trasplante ABOi vs ABOc, no encontrando diferencias estadísticamente significativas y concluyendo que sus resultados son indistinguibles¹³.

En estudios realizados en USA no se demostró una disminución en los tiempos de lista de espera ni en la mortalidad¹². Pero analizando sus datos reservaban el trasplante ABO incompatible para pacientes más graves (con mayor tiempo de ventilación mecánica y mayor porcentaje de asistencia ventricular). Se priorizaba la compatibilidad de grupo y sólo en ausencia de un receptor ABO compatible se ofrecía el injerto a un receptor incompatible. Tras demostrarse, cada vez con más estudios, los buenos resultados del trasplante ABO incompatible se debería no dar preferencia a la compatibilidad de grupo sino al grado de urgencia y tiempo de espera. De este modo se extendería la inclusión a pacientes menos graves.¹¹ En España, la distribución de los órganos se hace exclusivamente siguiendo

criterios de urgencia, sin tener en cuenta la compatibilidad de grupo.

Actualmente este tipo de trasplante es realizado en 21 centros de 8 diferentes países de Norteamérica y Europa. Hasta el 2006 el límite de edad se situaba en menores de 12 meses. A partir de 2007 se aumentó dicho umbral a 24 meses. Según Urschel el trasplante ABOi puede ser realizado en niños de mayor edad (reportan seguridad por debajo de los dos años aunque incluyen dos casos de edades superiores: a los 40 meses y a los 5 años) y con un título de anticuerpos superior al anteriormente establecido (con título de 1:64)¹⁵. Es necesario corroborar los límites de edad y títulos de anticuerpos que permita extender con seguridad esta estrategia. Es importante diferenciar un título de isohemaglutininas de producción propia a uno como resultado de transfusiones o transferencia materna (estos últimos suelen disminuir con el paso del tiempo a diferencia del primero). Por ello es fundamental la realización periódica de títulos de isohemaglutininas.

Aunque todavía no se han determinado las limitaciones con respecto a la edad adecuada y la madurez del sistema inmunológico, no hay razones obvias por las cuales la incompatibilidad ABO debería ser una barrera para otros trasplantes de órganos en la primera infancia, como los informes emergentes en pulmón¹⁶, hígado¹⁷ y el trasplante de riñón¹⁸ indican. Los estudios inmunológicos en esta población única de pacientes abren una ventana para explorar el impacto de la inmadurez en la respuesta inmune al polisacárido y antígenos combinados que pueden tener un impacto importante en el tratamiento y la profilaxis de enfermedades infecciosas y también mecanismos autoinmunes.

CONCLUSIÓN

El trasplante ABO incompatible ha evolucionado desde un intento desesperado de aumentar la supervivencia en una población de niños recién nacidos, en su mayoría moribundos, a un enfoque estándar que aumenta el acceso al trasplante de corazón en los primeros 1 a 2 años de vida con resultados a largo plazo similares a los de ABOc. Ha quedado claro que para determinar la aceptabilidad donante-receptor para el trasplante de corazón en la vida temprana, los grupos sanguíneos ABO son simplemente irrelevantes. Dado el impacto positivo de la asignación cardíaca ABOi en la disminución de los tiempos de espera del trasplante y la mortalidad en la lista de espera, es cada vez más difícil justificar que no se adopte este enfoque debido a las preocupaciones derivadas de dogmas obsoletos basados en la inmunobiología ABO en adultos o porque los algoritmos de asignación establecidos son demasiado complejos. Con los pertinentes controles y protocolos es una técnica segura

que esperamos se vaya introduciendo en el resto de los hospitales del mundo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Billingham RE, Brent L, Medawar PB. The antigenic stimulus in transplantation immunity. *Nature*. 1956;178(4532):514-519. doi:10.1038/178514a0
2. Rijkers GT, Sanders EAM, Breukels MA, Zegers BJM. Infant B cell responses to polysaccharide determinants. In: *Vaccine*. Vol 16. ; 1998:1396-1400. doi:10.1016/S0264-410X(98)00098-X
3. Rijkers GT, Dollekamp EG, Zegers BJ. The in vitro B-cell response to pneumococcal polysaccharides in adults and neonates. *Scand J Immunol*. 1987;25(5):447-452.
4. Springer GF, Horton RE. Blood group isoantibody stimulation in man by feeding blood group-active bacteria. *J Clin Invest*. 1969;48(7):1280-1291. doi:10.1172/JCI106094
5. West LJ, Pollock-Barziv SM, Dipchand AI, et al. ABO-Incompatible Heart Transplantation in Infants. *N Engl J Med*. 2001;344(11):793-800. doi:10.1056/NEJM200103153441102
6. Pollock-Barziv SM, McCrindle BW, West LJ, Manlhiot C, VanderVliet M, Dipchand AI. Competing Outcomes After Neonatal and Infant Wait-listing for Heart Transplantation. *J Hear Lung Transplant*. 2007;26(10):980-985. doi:10.1016/j.healun.2007.07.024
7. Fan X, Ang A, Pollock-Barziv SM, et al. Donor-specific B-cell tolerance after ABO-incompatible infant heart transplantation. *Nat Med*. 2004;10(11):1227-1233. doi:10.1038/nm1126
8. West LJ, Karamlou T, Dipchand AI, Pollock-Barziv SM, Coles JG, McCrindle BW. Impact on outcomes after listing and transplantation, of a strategy to accept ABO blood group-incompatible donor hearts for neonates and infants. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2006;131(2):455-461. doi:10.1016/j.jtcvs.2005.09.048
9. Schmoeckel M, Däbritz SH, Kozlik-Feldmann R, et al. Successful ABO-incompatible heart transplantation in two infants. *Transpl Int*. 2005;18(10):1210-1214. doi:10.1111/j.1432-2277.2005.00181.x
10. Roche SL, Burch M, O'Sullivan J, et al. Multicenter experience of ABO-incompatible pediatric cardiac transplantation. *Am J Transplant*. 2008;8(1):208-215. doi:10.1111/j.1600-6143.2007.02040.x
11. Henderson HT, Canter CE, Mahle WT, et al. ABO-incompatible heart transplantation: Analysis of the Pediatric Heart Transplant Study (PHTS) database. *J Hear Lung Transplant*. 2012;31(2):173-179. doi:10.1016/j.healun.2011.11.013
12. Everitt MD, Donaldson AE, Casper TC, et al. Effect of ABO-Incompatible Listing on Infant Heart Transplant Waitlist Outcomes: Analysis of the United Network for Organ Sharing (UNOS) Database. *J Hear Lung Transplant*. 2009;28(12):1254-1260. doi:10.1016/j.healun.2009.06.024
13. Dipchand AI, Pollock Barziv SM, Manlhiot C, West LJ, Vandervliet M, McCrindle BW. Equivalent outcomes for pediatric heart transplantation recipients: ABO-blood group incompatible versus ABO-compatible. *Am J Transplant*. 2010;10(2):389-397. doi:10.1111/j.1600-6143.2009.02934.x
14. Conway J, Manlhiot C, Allain-Rooney T, McCrindle BW, Lau W, Dipchand AI. Development of donor-specific isohe-magglutinins following pediatric ABO-incompatible heart transplantation. *Am J Transplant*. 2012;12(4):888-895. doi:10.1111/j.1600-6143.2011.03910.x
15. Urschel S, Larsen IM, Kirk R, et al. ABO-incompatible heart transplantation in early childhood: An international multicenter study of clinical experiences and limits. *J Hear Lung Transplant*. 2013;32(3):285-292. doi:10.1016/j.healun.2012.11.022
16. Grasemann H, De Perrot M, Bendiak GN, et al. ABO-incompatible lung transplantation in an infant. *Am J Transplant*. 2012;12(3):779-781. doi:10.1111/j.1600-6143.2011.03861.x
17. Okada N, Sanada Y, Hirata Y, et al. The impact of rituximab in ABO-incompatible pediatric living donor liver transplantation: The experience of a single center. *Pediatr Transplant*. 2015;19(3):279-286. doi:10.1111/ptr.12445
18. Ohta T, Kawaguchi H, Hattori M, et al. ABO-incompatible pediatric kidney transplantation in a single-center trial. *Pediatr Nephrol*. 2000;14(1):1-5.

Figura 1. Esquema de circuito de extracorpórea modificado para realizar exanguinotransfusiones durante un trasplante ABO incompatible

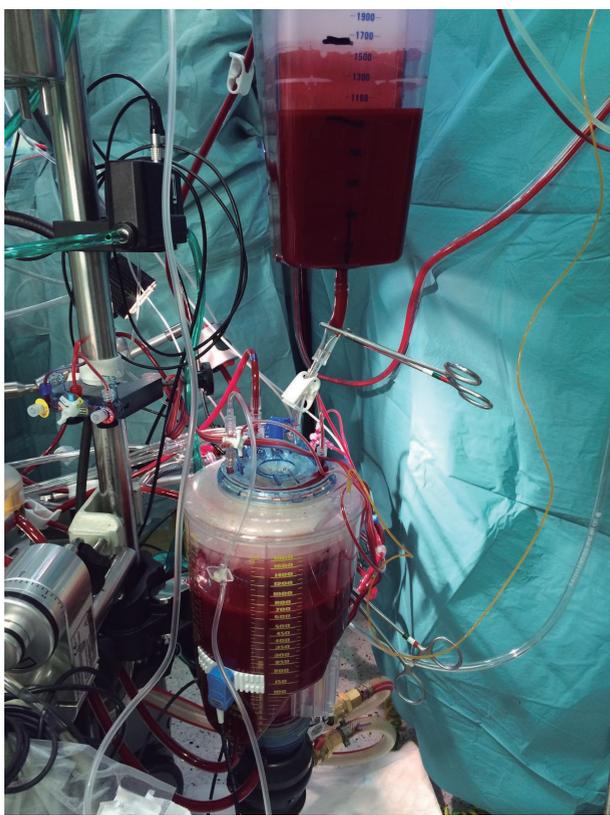
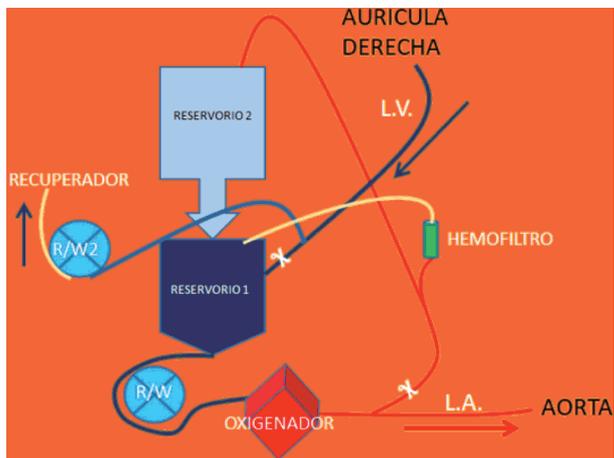


Figura 2. Política transfusional ABO incompatible

| GRUPO DONANTE* | GRUPO RECEPTOR | Grupo compatible para la transfusión | | |
|----------------|----------------|---------------------------------------|---|---|
| | | HEMATIES Grupo del receptor o grupo 0 | PLASMA Grupo AB o Grupo del Donante* (si receptor es grupo 0) | PLAQUETAS Grupo AB o Grupo del Donante* (si el receptor es grupo 0) |
| AB | O | O | AB | AB |
| B | O | O | AB o B | AB o B |
| A | O | O | AB o A | AB o A |
| AB o A | B | O o B | AB | AB |
| AB o B | A | O o A | AB | AB |

Figura 3. Procedimiento Híbrido consistente en bi-banding de ambas ramas pulmonares, stent ductal y angioplastia con stent interauricular

