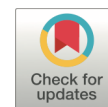



ARTÍCULO ORIGINAL



Resultados en receptores de trasplante renal de donantes cadavéricos con infección por SARS-CoV-2: Una serie de casos en un centro de trasplante en Colombia

Results in kidney transplant recipients from cadaveric donors with SARS-CoV-2 infection: A case series in a transplant center in Colombia

Fernando Girón-Luque¹ , Nasly Patiño-Jaramillo² , Daniel Álvarez-Navarrete³ ,
Andrea García-López⁴ , Yenny Báez-Suárez¹ 

- 1 Médico, especialista en Cirugía general y Cirugía de trasplantes, Colombiana de Trasplantes, Bogotá, D.C., Colombia.
- 2 Médica, Fellow de investigación molecular, Colombiana de Trasplantes, Bogotá, D.C., Colombia.
- 3 Estudiante de Medicina, Universidad del Rosario, Bogotá, D.C., Colombia
- 4 Médica, magister en Epidemiología clínica, Coordinadora de Investigación, Colombiana de Trasplantes, Bogotá, D.C., Colombia.

Resumen

Introducción. La pandemia por COVID-19 ha causado la muerte de 6,5 millones de personas en el mundo y la donación de órganos se ha visto ampliamente afectada, reflejándose en una disminución importante en el número de trasplantes. Colombia no ha sido ajena a dicha problemática. Ante este desafío, el Instituto Nacional de Salud ha permitido tomar donantes cadavéricos con reacción en cadena de la polimerasa con transcripción reversa (RT-PCR) positiva para *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (SARS-CoV-2), sin enfermedad activa. El objetivo de este estudio fue describir una serie de pacientes trasplantados de riñón con donantes cadavéricos con RT-PCR SARS-CoV-2 positivo y sus principales desenlaces clínicos.

Métodos. Serie de casos de pacientes que fueron llevados a trasplante renal con donante cadavérico con SARS-CoV-2 positivo, sin enfermedad activa, entre mayo y agosto de 2022. Se recolectaron las variables demográficas y clínicas y se evaluó la infección y la mortalidad asociada a SARS-CoV-2 en un mes de seguimiento.

Resultados. Un total de 5 receptores de trasplante renal con 5 donantes cadavéricos SARS-CoV-2 positivos fueron evaluados. No se presentó mortalidad ni pérdida del injerto renal. Se registraron dos casos de función retardada del injerto y un caso de rechazo agudo. Ninguno de los pacientes presentó RT-PCR SARS-CoV-2 positiva en el seguimiento posterior al trasplante.

Conclusión. Con nuestra serie de casos mostramos que el trasplante de riñón proveniente de donante cadavérico con prueba positiva para RT-PCR SARS-CoV-2, sin evidencia de enfermedad COVID-19 activa, es un procedimiento seguro y una estrategia eficaz para aumentar el número de donantes en pandemia.

Palabras claves: trasplante de riñón; selección de donante; obtención de tejidos y órganos; infecciones por coronavirus; pandemias.

Fecha de recibido: 22/10/2022 - Fecha de aceptación: 05/11/2022 - Publicación en línea: 30/01/2023

Autora de correspondencia: Andrea García-López, Carrera 30 # 47A – 47, Colombiana de Trasplantes, Bogotá, D.C., Colombia.

Teléfono: +57 3005024618. Dirección electrónica: aegarcia@colombianadetrasplantes.com

Citar como: Girón-Luque F, Patiño-Jaramillo N, Álvarez-Navarrete D, García-López A, Báez-Suárez Y. Resultados en receptores de trasplante renal de donantes cadavéricos con infección por SARS-CoV-2: Una serie de casos en un centro de trasplante en Colombia. Rev Colomb Cir. 2023;38:323-9. <https://doi.org/10.30944/20117582.2273>

Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia Creative Commons - BY-NC-ND <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

Abstract

Introduction. Coronavirus Disease-2019 (COVID-19) pandemic have caused the death of 6.5 million of people worldwide. The organ donation was extremely affected reflecting in the number of transplants. Colombia has not been immune to this problem. Facing this challenge, the National Institute of Health (Instituto Nacional de Salud, INS) allowed to assign cadaveric donors with reverse transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR) severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) positive without COVID-19. We aim to describe a case series of kidney transplant patients with RT-PCR SARS-CoV-2 positive cadaveric donors, and their main clinical outcomes.

Methods. A case series of five patients who underwent kidney transplantation of cadaveric donors with positive RT-PCR SARS-CoV-2 during the study period from May to August of 2022. Demographics and clinical characteristics were collected from the institutional medical records, and we evaluated the mortality and infection associated with SARS-CoV-2.

Results. A total of five kidney transplant recipients and five cadaveric donors with positive RT-PCR SARS-CoV-2 were described in the present study. There were not mortality reported and none of the patients had graft loss. Two cases of delayed graft function and one case of acute kidney rejection were documented. None of the patients had positive RT-PCR SARS-CoV-2 in the follow-up.

Conclusion. Our series demonstrated that the kidney transplant of cadaveric donors with positive RT-PCR SARS-CoV-2 without clinical evidence of active COVID-19 disease is a safe procedure and an efficient strategy to increase donors during a pandemic.

Keywords: kidney transplantation; donor selection; tissue and organ procurement; coronavirus infections; pandemics.

Introducción

La pandemia por coronavirus 2019 (COVID-19) ha causado la muerte de aproximadamente 6,5 millones de personas en el mundo¹ y la donación de órganos se ha visto ampliamente afectada, reflejándose en una disminución importante en el número de trasplantes. Colombia no ha sido ajena a dicha problemática. Según los datos de la Red Nacional de Donación y Trasplante de Órganos y Tejidos, durante el 2019 se realizaron 932 trasplantes renales, de los cuales el 81,2 % fueron con donante cadavérico². Con la llegada de la pandemia el número de trasplantes renales disminuyó casi en un 50 % en el año siguiente, dejando en evidencia un problema difícil de resolver³.

Ante la urgencia de cubrir la necesidad de brindar al paciente con enfermedad renal crónica (ERC) avanzada una alternativa segura que mejorara su calidad de vida y disminuyera el tiempo en lista de espera, se exploraron diferentes estrategias para expandir el grupo de donantes.

El trasplante de órganos sólidos con donantes infectados por *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (SARS-CoV-2) estuvo contraindicado desde el inicio de la pandemia debido a la posibilidad de transmisión del virus al receptor. Sin embargo, con excepción del trasplante pulmonar, hasta el momento no hay publicaciones de transmisión de la infección a otros órganos trasplantados⁴⁻⁸. Ante la evidencia clínica, diferentes grupos de trasplante en el mundo decidieron iniciar el uso de órganos provenientes de donantes cadavéricos con SARS-CoV-2 positivo y el Instituto Nacional de Salud (INS) en Colombia ajustó los lineamientos previos con una actualización basada en la literatura reciente⁹.

Por lo anterior, Colombiana de Trasplantes decidió aceptar el desafío de trasplantar este tipo de órganos a receptores de riñón. El objetivo de este estudio fue describir la primera serie de casos de trasplante renal proveniente de donantes cadavéricos con reacción en cadena de la polimerasa

con transcripción reversa (RT-PCR) positiva para *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (SARS-CoV-2), sin enfermedad clínica activa.

Métodos

Se presenta una serie de cinco pacientes que fueron llevados a trasplante renal con donante cadavérico con prueba RT-PCR SARS-CoV-2 positiva por hisopado nasofaríngeo, en el periodo comprendido entre mayo y agosto de 2022.

De acuerdo con los criterios nacionales de asignación de órganos, se tomaron los donantes cadavéricos con RT-PCR SARS-CoV-2 positiva con un *cycle threshold* (CT) mínimo de 35 y no se seleccionaron donantes cadavéricos con enfermedad por COVID-19⁹. Se hizo el seguimiento de los receptores con la realización de prueba RT-PCR SARS-CoV-2 previo al trasplante y a los días 7 y 14 después del trasplante para determinar estado de transmisión del virus. Se recolectaron las variables demográficas y desenlaces clínicos principales.

La terapia de inducción de inmunosupresión utilizada en todos los pacientes fue globulina antitimocítica de conejo en dosis acumulada 6 mg/kg y un esquema de mantenimiento dual libre de esteroides basado en un inhibidor de anti-calcineurina (tacrolimus) y un antimetabolito (micofenolato

mofetil). El rechazo agudo se clasificó de acuerdo con los criterios de Banff (2015)¹⁰, iniciando tratamiento con esquema de esteroides una vez confirmado el diagnóstico histológico según nuestras guías. Se definió función retardada del injerto (FRI) como la necesidad de diálisis en la primera semana posterior al trasplante renal¹¹.

Resultados

Características de los receptores

Un total de 5 receptores de trasplante renal fueron incluidos. La edad media de los receptores fue de 40 ± 11 años, en su mayoría de género masculino (80 %). El tiempo promedio de lista de espera fue de $46 \pm 25,7$ meses. La distribución del tipo de diálisis fue igual en modalidad peritoneal y hemodiálisis. La etiología de ERC más frecuente fue desconocida (40 %), esto puede ser debido a que los receptores llegan en estadios tardíos a la evaluación pre-trasplante y sin indicación de biopsia renal (Tabla 1).

Ninguno de los receptores tuvo enfermedad por COVID-19 previa. Todos los receptores estaban vacunados contra COVID-19 en esquema completo (mínimo 2 dosis) y el tipo de biológico más frecuente fue Pfizer. La media de isquemia fría en horas fue de $18,8 \pm 7,8$ horas.

Tabla 1. Características demográficas y clínicas de los receptores con trasplante renal y donante SARS-CoV-2 positivo.

Variables	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
Edad, años	28	28	46	50	48
Sexo	F	M	M	M	M
IMC, kg/m ²	27	30	24	21	23
Etiología ERC	Glomerular	Glomerular	Desconocida	Diabética	Desconocida
Tipo de diálisis	Hemodiálisis	Peritoneal	Peritoneal	Prediálisis	Hemodiálisis
Tiempo en lista de espera, meses	10	52	70	30	68
Tiempo de isquemia fría, horas	17	7.5	17	26.5	26
Infección por SARS-CoV-2 previa	No	No	No	No	No
Vacunación completa*	Si	Si	Si	Si	Si

*F: Femenino; M: Masculino, IMC: Índice de masa corporal; ERC: Enfermedad renal crónica; SARS-CoV-2: *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*, por sus siglas en inglés. *Vacunación completa definida como mínimo dos dosis de la vacuna contra COVID-19. Fuente: Elaboración propia.

Características de los donantes con SARS-CoV-2 positivo

Con respecto a los donantes cadavéricos con SARS-CoV-2, la edad media fue de 50 ± 16 años, con una distribución predominante en género femenino del 80 %. La mayoría tuvieron como causa de muerte el accidente cerebrovascular (ACV) (80 %); solo una donante tenía historia clínica de hipertensión arterial y no se tuvo donantes con diabetes mellitus. La media de última creatinina fue de $1,02 \pm 0,45$ mg/dl (Tabla 2).

Se presentaron 2 casos de donantes de criterio expandido y el *Kidney Donor Profile Index* (KDPI) tuvo una media de 81 ± 14 %. Dos donantes tuvieron extracción de riñón e hígado con fines de trasplantes.

Desenlaces clínicos de los receptores

No se presentó mortalidad, pérdida del injerto o infección por SARS-CoV-2 en el periodo de estudio en ninguno de los receptores. Se registraron dos casos de función retardada del injerto (FRI) y un caso de rechazo celular agudo tipo IB según los criterios de Banff¹⁰. El tratamiento de elección para el rechazo agudo fue con pulsos de metilprednisolona 500 mg intravenoso por 3 días, con posterior prescripción de prednisolona a 0,5 mg/kg/día durante dos semanas, con retiro gradual. El paciente del caso 2 (Tabla 3) era corticosensible, con creatinina de control en 1,3 mg/dl.

Ninguno de nuestros receptores presentó readmisión hospitalaria o complicaciones quirúrgicas. Los 5 receptores reportados tuvieron una

Tabla 2. Características demográficas y clínicas de los donantes cadavéricos con SARS-CoV-2 positivo.

Variables	Donante 1	Donante 2	Donante 3	Donante 4	Donante 5
Edad, años	57	22	49	63	59
Causa de muerte	ACV	ACV	ACV	ACV	TCE
Intervalo de tiempo entre diagnóstico de SARS-CoV-2 y donación, días	1	0	1	1	2
Radiografía de tórax	Normal	Normal	Edema pulmonar	Normal	Normal
KDPI	88 %	-	86 %	91 %	60 %
Última creatinina, mg/dl	1,7	0,6	1,28	0,75	0,78
Órganos trasplantados	Riñón	Hígado, riñón	Riñón	Riñón	Hígado, riñón
Número de caso de receptor	1	2	3	4	5

*ACV: Accidente cerebrovascular; SARS-CoV-2: *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*, por sus siglas en inglés; KDPI: *Kidney Donor Profile Index*; mg/dl: miligramos por decilitro. Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Desenlaces clínicos principales de los receptores con trasplante renal y donante SARS-CoV-2 positivo.

Variables	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
Readmisión hospitalaria	No	No	No	No	No
Reintervención quirúrgica	No	No	No	No	No
FRI	Si	No	Si	No	No
Rechazo agudo celular	No	Si+	No	No	No
Requerimiento de biopsia renal	No	Si	No	No	Si
Pérdida del injerto renal	No	No	No	No	No
Infección por SARS-CoV-2**	No	No	No	No	No
Síntomas por COVID-19	No	No	No	No	No
Mortalidad	No	No	No	No	No

*FRI: Función retardada del injerto; SARS-CoV-2: *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*, por sus siglas en inglés. +Clasificación Banff IB; ** Prueba RT-PCR SARS-CoV-2 día 7 y 14 posterior al trasplante. Fuente: Elaboración propia

media de creatinina sérica de $2,1 \pm 1,4$ mg/dl a la semana después del trasplante, $2,1 \pm 0,8$ mg/dl a los 15 días y $1,75 \pm 0,3$ mg/dl al mes posterior al trasplante (Figura 1).

Discusión

A nivel mundial, la pandemia por COVID-19 trajo a los equipos de salud múltiples desafíos en diferentes campos, y el trasplante de órganos no fue la excepción. En Colombia, en el año 2021 hubo 2839 pacientes en lista de espera para trasplante de riñón¹². La diferencia entre los pacientes en lista de espera y los órganos disponibles para trasplante es cada vez más amplia por múltiples factores, siendo la pandemia por COVID-19 una de las principales responsables. La tasa de mortalidad en lista de espera creció de manera desproporcionada en un 69 % comparando datos del 2020 con el 2019^{2,3}.

En la literatura, la transmisión de la infección por SARS-CoV-2 proveniente de órganos sólidos no ha sido comprobada, a excepción de pulmón^{5-8,13}.

Múltiples estudios han sido publicados donde se muestra la evidencia a favor del uso de estos órganos, siendo riñón el órgano más trasplantado¹⁴. De hecho, los estudios de patología de biopsias renales post-mortem de pacientes con enfermedad por COVID-19 o donantes de trasplantes no han detectado el virus^{15,16}.

Similar a lo mencionado por Koval et al⁷, con el mismo tiempo de lista de espera, en nuestra serie de casos no se presentó transmisión de la infección por virus SARS-CoV-2 en el periodo de seguimiento (30 días), mortalidad ni pérdida del injerto renal. Aunque Vivaldi et al⁸ refirieron un tiempo de lista de espera en los receptores superior, tampoco reportaron mortalidad o pérdida del injerto en los 13 casos evaluados. En un estudio retrospectivo de 35.547 donantes, Schold et al¹⁴ presentaron 353 receptores de trasplante renal con donante cadavérico SARS-CoV-2 positivo, y el análisis multivariado no reflejó diferencia significativa en la sobrevida del injerto frente a los receptores con donante cadavérico SARS-CoV-2 negativo ($p=0,7$).

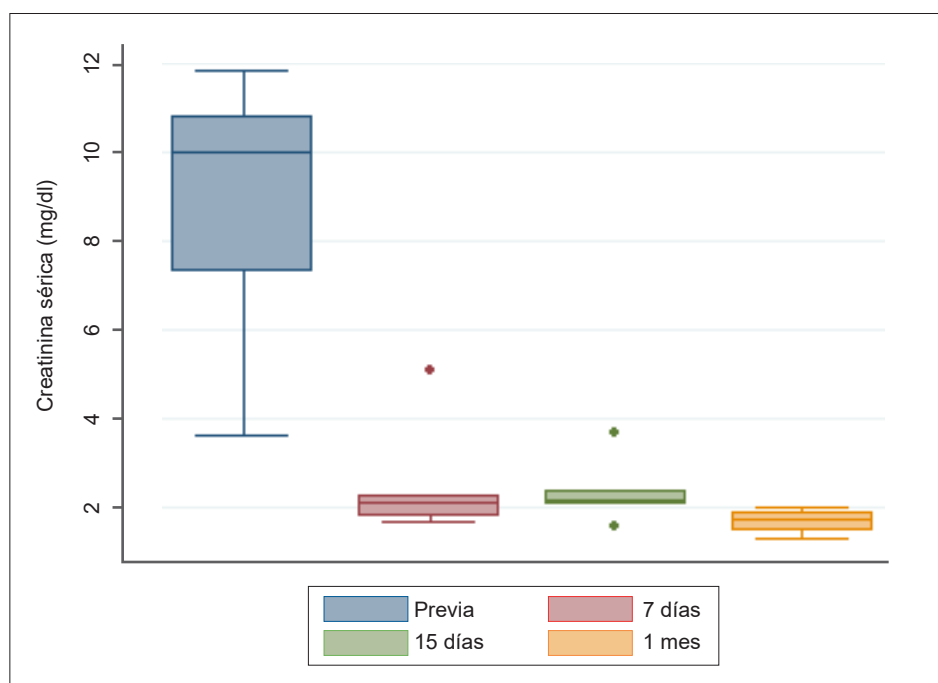


Figura 1. Concentración de creatinina sérica previa al trasplante renal y después del trasplante renal, a los 7 días, 15 días y 1 mes. Fuente: Elaboración propia.

Con relación a la incidencia de función retardada del injerto, nuestros resultados fueron similares a lo publicado en otros estudios^{5,7,14}. Registramos un caso de rechazo celular agudo leve, que pudiese estar relacionado con pobre adherencia del receptor y dificultad en alcanzar niveles séricos óptimos de tacrolimus en el posoperatorio temprano. Sin embargo, por el diseño del estudio, no se puede concluir una asociación existente entre SARS-CoV-2 y rechazo. Ninguno de los reportes de series de casos encontrados ha publicado rechazo agudo celular entre sus desenlaces^{7,8}.

Ninguno de nuestros pacientes tuvo complicaciones quirúrgicas o readmisiones hospitalarias dentro del primer mes de seguimiento, como en otras publicaciones^{6,7,13}. La función renal determinada por el seguimiento de creatinina sérica durante el primer mes fue similar a lo encontrado por Koval *et al*⁷ y Vivaldi *et al*⁸, con concentraciones entre 1,5 y 2,2 mg/dl durante la evolución posterior al trasplante.

Los donantes cadavéricos de la serie actualmente reportada tienen similitudes con las publicaciones previas, como el hecho de que no informaron radiografías de tórax con infiltrados⁷. Por otra parte, nuestra serie registró dos casos de donantes de criterio expandido y KDPI elevado, similar a lo publicado en la cohorte retrospectiva con 125 donantes SARS-CoV-2 positivo con KDPI entre 36-84 %¹⁴ frente 60-91 % en nuestros resultados.

La limitación de esta investigación, al ser una serie de casos clínicos, es que no permite presentar conclusiones definitivas ni extrapolables. Además, por la actual pandemia por COVID-19, el receptor es susceptible de ser infectado en fuentes comunitarias y no necesariamente a través del donante.

Conclusión

En esta serie de casos mostramos que el trasplante de riñón proveniente de donante cadavérico con prueba positiva para RT-PCR SARS-CoV-2, sin evidencia de COVID-19 clínica activa, es un procedimiento seguro y una estrategia eficaz para aumentar el grupo de donantes en pandemia.

Cumplimiento de normas éticas

Consentimiento informado: Durante el proceso de atención, todos los pacientes fueron informados sobre los riesgos y beneficios de aceptar un riñón proveniente de un donante SARS-CoV-2 positivo y firmaron el consentimiento informado específico. Se diligenció también consentimiento informado de cada uno de los pacientes seleccionados para el uso y publicación de sus datos clínicos, conservando la privacidad de sus datos personales de acuerdo con la legislación en bioética nacional e internacional (Declaración Helsinki y Declaración de Estambul). El artículo 11 de la Resolución 8430 de 1993 en Colombia especifica que es una investigación sin riesgo por su carácter retrospectivo sin intervención, al ser una revisión de la historia clínica de los casos clínicos.

Conflictos de Interés: Los autores no declararon ningún tipo de conflicto de interés.

Fuentes de financiación: Este estudio fue financiado por Colombiana de Trasplantes.

Contribución de los autores

- Concepción y diseño del estudio: Fernando Girón-Luque, Nasly Patiño-Jaramillo.
- Adquisición de datos: Nasly Patiño-Jaramillo.
- Análisis e interpretación de datos: Nasly Patiño-Jaramillo.
- Redacción del manuscrito: Fernando Girón-Luque, Nasly Patiño-Jaramillo, Daniel Álvarez-Navarrete, Andrea García-López, Yenny Báez-Suárez.
- Revisión crítica: Fernando Girón-Luque, Nasly Patiño-Jaramillo, Daniel Álvarez-Navarrete, Andrea García-López, Yenny Báez-Suárez.

Referencias

1. Johns Hopkins University & Medicine. Coronavirus resource center. COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU). Fecha de consulta: 6 de octubre de 2022. Disponible en: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
2. Instituto Nacional de Salud. Informe anual de donación y trasplantes Colombia, año 2019. Red Donación y Trasp. 2019;9:52-59. Fecha de consulta: 6 de octubre de 2022. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/informe-red-donacion-y-trasplantes-2019.pdf>
3. Instituto Nacional de Salud. Informe ejecutivo Red de donación y trasplantes 2020. Red Donación y Trasp. 2020;10:28-60. Fecha de consulta: 6 de octubre de

2022. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/informe-ejecutivo-red-donacion-y-trasplantes-2020.pdf>
4. Kute VB, Godara S, Guleria S, Ray DS, Feroz A, Umapati H, et al. Is it safe to be transplanted from living donors who recovered from COVID-19? Experience of 31 kidney transplants in a multicenter cohort study from India. *Transplantation*. 2021;105:842-50. <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000003609>
 5. Neidlinger NA, Smith JA, D'Alessandro AM, Roe D, Taber TE, Pereira MR, et al. Organ recovery from deceased donors with prior COVID-19: A case series. *Transpl Infect Dis*. 2021;23:e13503. <https://doi.org/10.1111/tid.13503>
 6. Meshram HS, Kute VB, Patel H, Desai S, Chauhan S, Dave RB. A case report of successful kidney transplantation from a deceased donor with terminal COVID-19-related lung damage: Ongoing dilemma between discarding and accepting organs in COVID-19 era! *Transpl Infect Dis*. 2021;23:e13683. <https://doi.org/10.1111/tid.13683>
 7. Koval CE, Poggio ED, Lin YC, Kerr H, Eltemamy M, Wee A. Early success transplanting kidneys from donors with new SARS-CoV-2 RNA positivity: A report of 10 cases. *Am J Transplant*. 2021;21:3743-9. <https://doi.org/10.1111/ajt.16765>
 8. Sanchez-Vivaldi JA, Patel MS, Shah JA, Wang BK, Salcedo-Betancourt JD, Hwang CS, et al. Short-term kidney transplant outcomes from severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 lower respiratory tract positive donors. *Transpl Infect Dis*. 2022;24:13890. <https://doi.org/10.1111/tid.13890>
 9. Salinas MA, Arias YC, Plazas-Sierra DC. Instituto Nacional de Salud. Lineamiento técnico para la Red de Donación y Trasplantes relacionado con el coronavirus SARS-CoV-2, responsable de ocasionar la enfermedad infecciosa por coronavirus (COVID-19). 2020. Fecha de consulta: 7 de octubre de 2022. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/Direcciones/RedesSaludPublica/DonacionOrganosYTejidos/DocumentosTecnicos/lineamiento-trasplantes-covid-19.pdf>
 10. Loupy A, Haas M, Solez K, Racusen L, Glotz D, Seron D, et al. The Banff 2015 Kidney Meeting Report: Current challenges in rejection classification and prospects for adopting molecular pathology. *Am J Transplant*. 2017;17:28-41. <https://doi.org/10.1111/ajt.14107>
 11. Perico N, Cattaneo D, Sayegh MH, Remuzzi G. Delayed graft function in kidney transplantation. *Lancet*. 2004;364:1814-27. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(04\)17406-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(04)17406-0)
 12. Instituto Nacional de Salud. Informe preliminar Red Nacional de Donación y Trasplantes 2021. Publicado en línea 2022. Fecha de consulta: 7 de octubre de 2022. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/Informe-ejecutivo-2021.pdf>
 13. Perlin DV, Dymkov IN, Terentiev AV, Perlina AV. Is kidney transplantation from a COVID-19-positive deceased donor safe for the recipient? *Transplant Proc*. 2021;53:1138-42. <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2021.01.025>
 14. Schold JD, Koval CE, Wee A, Eltemamy M, Poggio ED. Utilization and outcomes of deceased donor SARS-CoV-2-positive organs for solid organ transplantation in the United States. *Am J Transplant*. 2022;22:2217-27. <https://doi.org/10.1111/ajt.17126>
 15. Santoriello D, Khairallah P, Bomback AS, Xu K, Kudose S, Batal I, et al. Postmortem kidney pathology findings in patients with COVID-19. *J Am Soc Nephrol*. 2020;31:2158-67. <https://doi.org/10.1681/ASN.2020050744>
 16. Gausson A, Hornby L, Rockl G, O'Brien S, Delage G, Sapir-Pichhadze R, et al. Evidence of SARS-CoV-2 infection in cells, tissues, and organs and the risk of transmission through transplantation. *Transplantation*. 2021;105:1405-22. <https://doi.org/10.1097/TP.0000000000003744>