

Moisés García-Macias^{1a}, Xóchitl Stephany Verónica-Pérez^{1b}, Francisco Godínez-García^{2c}

Resumen

Introducción: se ha identificado una elevada mortalidad intrahospitalaria en pacientes con COVID-19 que desarrollaron lesión renal aguda, particularmente en aquellos que recibieron terapia de reemplazo renal. En nuestro país hasta el momento hay pocos estudios que reporten la proporción de muertes en este grupo de pacientes.

Objetivo: identificar la proporción de muertes en pacientes con COVID-19 que desarrollaron lesión renal aguda y requirieron hemodiálisis.

Material y métodos: se realizó un estudio observacional, descriptivo, transversal, retrospectivo y se estudió a la población total. Se incluyeron pacientes mayores de 18 años que tuvieron requerimiento dialítico, a los cuales se les otorgó una o más sesiones de hemodiálisis convencional. Los datos se obtuvieron del expediente electrónico y del registro de la unidad de hemodiálisis. Para el análisis descriptivo se utilizaron medidas de tendencia central y se calculó la proporción de muertes en pacientes con COVID-19.

Resultados: la población de estudio estuvo constituida por 40 pacientes; la proporción de muertes fue del 86.1%. El promedio de días transcurridos desde el ingreso hasta el desarrollo de lesión renal aguda y requerimiento dialítico fue de 5.2 días y el promedio de sesiones de hemodiálisis que recibieron fue de 1.7 sesiones.

Conclusiones: en este estudio se documentó una elevada proporción de muertes en pacientes con COVID-19 que desarrollaron lesión renal aguda y requirieron terapia de reemplazo renal, lo cual coincide con estudios similares reportados a nivel internacional.

Abstract

Background: A high in-hospital mortality has been identified in patients with COVID-19 who develop acute kidney injury, particularly in those who received renal replacement therapy. In our country there are few studies up until now that report the proportion of deaths in this group of patients.

Objective: To identify the proportion of deaths in patients with COVID-19 who developed acute kidney injury and required hemodialysis.

Material and methods: an observational, descriptive, cross-sectional, retrospective study was carried out and the total population was studied. It included patients over 18 years of age who required dialysis, who received one or more sessions of conventional hemodialysis. The data were obtained from the electronic file and the registry of the hemodialysis unit. For the descriptive analysis, measures of central tendency were used and the proportion of deaths in patients with COVID-19 was calculated.

Results: The study population was made up of 40 patients; the proportion of deaths was 86.1%. The average number of days elapsed from admission to the development of acute kidney injury and dialysis requirement was 5.2 days and the average number of hemodialysis sessions received was 1.7 sessions.

Conclusions: In this study it was documented a high proportion of deaths in patients with COVID-19 who developed acute kidney injury and required renal replacement therapy, which coincides with similar studies reported internationally.

¹Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional del Bajío, Hospital de Especialidades No. 1, Servicio de Nefrología. León, Guanajuato, México

²Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional del Bajío, Hospital de Especialidades No. 1, Unidad de Cuidados Intensivos. León, Guanajuato, México

ORCID: [0000-0002-3810-5858^a](https://orcid.org/0000-0002-3810-5858), [0000-0003-4871-8153^b](https://orcid.org/0000-0003-4871-8153), [0000-0003-0139-0322^c](https://orcid.org/0000-0003-0139-0322)

Palabras clave
Mortalidad
Lesión Renal Aguda
COVID-19
Hemodiálisis
Nefrología


Keywords
Mortality
Acute Kidney Injury
COVID-19
Hemodialysis
Nephrology


Fecha de recibido: 19/12/2022

Fecha de aceptado: 10/01/2023

Comunicación con:

Francisco Godínez García

 dr.godinezfco@gmail.com

 477 717 4800

Cómo citar este artículo: García-Macias M, Verónica-Pérez XS, Godínez-García F. Mortalidad en pacientes con COVID-19 y lesión renal aguda en hemodiálisis. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2023;61 Supl 2:S207-12.

Introducción

La nueva enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) es producida por un virus con genoma de ácido ribonucleico que ocasiona una infección respiratoria severa, declarada pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 11 de marzo del 2020.^{1,2} La presentación clínica de la COVID-19 puede abarcar desde una infección asintomática hasta neumonía o falla respiratoria severa y además de los pulmones se pueden afectar otros órganos como el corazón, los riñones y el tracto gastrointestinal.³ La afectación renal se manifiesta principalmente como proteinuria y lesión renal aguda (LRA).⁴

La LRA es la disminución en la capacidad renal para eliminar productos nitrogenados, instaurada en horas o días. Se define cuando está presente alguno de los siguientes: incremento en la creatinina sérica ≥ 0.3 mg/dL dentro de las primeras 48 horas; o incremento en la creatinina sérica ≥ 1.5 veces el valor de la creatinina basal que se conoce o se presume ha ocurrido dentro de los primeros siete días; o un volumen urinario < 0.5 mL/kg/h por seis horas. De acuerdo con la clasificación KDIGO (*Kidney Disease: Improving Global Outcomes*), *estadio 1* es el incremento de la creatinina sérica ≥ 0.3 mg/dL o el incremento de 1.5 a 1.9 veces el valor de la creatinina basal o una disminución del volumen urinario < 0.5 mL/kg/h por seis a 12 horas; *estadio 2* es el incremento de 2 a 2.9 veces el valor de la creatinina basal o la disminución del volumen urinario < 0.5 mL/kg/h por ≥ 12 horas; finalmente, *estadio 3* es el incremento de la creatinina sérica tres veces por arriba del valor basal o aumento de la creatinina ≥ 4.0 mg/dL o requerimiento de terapia de reemplazo renal o volumen urinario < 0.3 mL/kg/h por ≥ 24 horas o anuria por ≥ 12 horas.⁵

En un metaanálisis se encontró que el riesgo general en todos los pacientes hospitalizados para desarrollar LRA fue bajo, con una tasa de incidencia combinada del 3%. Este riesgo aumentó a 19% cuando los pacientes ingresaron a unidad de cuidados intensivos (UCI).⁶ Otro estudio retrospectivo en pacientes hospitalizados por COVID-19 reportó que el 4% del total de pacientes desarrollaron LRA y de estos, el 53.6% tenían LRA según KDIGO estadio 1, 10.7% KDIGO estadio 2 y 35.7% KDIGO estadio 3. Las curvas de Kaplan-Meier mostraron que la tasa de supervivencia acumulada fue más baja en el grupo de LRA KDIGO estadio 3 ($p < 0.001$).⁷ Otro estudio reportó que existe una relación dosis-dependiente entre los estadios de LRA y muerte, con un riesgo de muerte excesivo de al menos cuatro veces más entre los pacientes con lesión renal aguda KDIGO estadio 3.^{8,9}

En México, en un estudio de 199 pacientes, se encontró que el 58.6% desarrollaron LRA.¹⁰ Otro estudio de

cohorte prospectivo y observacional, desarrollado en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ), registró 349 episodios de LRA en 1170 pacientes hospitalizados y se reportó un pronóstico sombrío en pacientes con COVID-19.¹¹ Los factores de riesgo para LRA incluyen: edad avanzada, diabetes mellitus, enfermedad cardiovascular, hipertensión arterial, índice de masa corporal elevado, necesidad de apoyo ventilatorio y vasopresor.¹² Hay mecanismos fisiopatológicos directos e indirectos que han sido implicados en el desarrollo de LRA por COVID-19. El impacto inicial podría ser la afectación directa del virus sobre el parénquima renal, mediado por la activación de la enzima convertidora de angiotensina 2, que funciona como receptor del COVID-19. El segundo mecanismo incluye la activación del sistema inmunológico, que a su vez puede resultar en daño renal. Finalmente, la generación de microtrombos en pacientes con COVID-19 puede conducir a isquemia aguda y LRA. Los datos histopatológicos son limitados. Un estudio post mórtem de 26 pacientes que fallecieron por LRA y COVID-19 reveló daño tubular agudo en la microscopía de luz y presencia de partículas virales en el epitelio tubular mediante microscopía electrónica.^{5,7,8,13,14} Hasta el momento, no existe un tratamiento específico para la LRA inducida por COVID-19; la detección temprana y la terapia de soporte pueden ayudar a mejorar las condiciones clínicas de los pacientes críticamente enfermos. Si el tratamiento conservador falla, se debe considerar la terapia de reemplazo renal. Entre las modalidades de esta se encuentran la terapia de reemplazo renal lenta continua, la hemodiálisis intermitente y la diálisis peritoneal. En un análisis retrospectivo, llevado a cabo en el INCMNSZ, se valoró la tolerabilidad y la seguridad de las terapias lentas continuas. Se identificaron 136 casos de LRA en 224 pacientes admitidos en la UCI; el 15% recibió terapia lenta continua por desarrollar LRA KDIGO estadio 3. En este estudio se demostró que la terapia lenta continua puede representar una alternativa aceptable como terapia de reemplazo renal en pacientes graves con COVID-19. Otros estudios han establecido que la terapia de reemplazo renal continua es la modalidad preferida en pacientes hemodinámicamente inestables con COVID-19. Sin embargo, la selección de la modalidad dependerá de la accesibilidad local y los recursos disponibles, ya que en algunos centros únicamente se dispone de máquinas para hemodiálisis intermitente.^{2,7,15,16,17} En cuanto a la función renal de los sobrevivientes, un estudio realizado en el Reino Unido mostró que los pacientes que presentaron LRA por COVID-19 recuperaron menos función renal que aquellos que presentaron solamente LRA no asociada a COVID-19 (42.3 frente a 68.5%).¹⁸ En una cohorte estadounidense de 5216 pacientes hospitalizados por COVID-19, se observó LRA en el 32%, de los cuales 12% recibieron terapia de reemplazo renal y aproximadamente la mitad no lograron recuperación completa de la función renal al momento del

alta hospitalaria.¹⁹ La LRA tiene una duración media de 20 días posterior al inicio de la infección viral, con 30% de riesgo de requerir terapia de sustitución renal y se reportan tasas de mortalidad > 70% en este grupo de pacientes.^{20,21} Se ha descrito en reportes internacionales y nacionales que la aparición de LRA durante la hospitalización por COVID-19 se asocia con un sustancial incremento en el riesgo de muerte, sobre todo cuando se requiere tratamiento sustitutivo de la función renal; sin embargo, en nuestro país hasta el momento existen pocos estudios que reporten la proporción de muertes en este grupo de pacientes, por lo que está justificada la necesidad de compartir esta experiencia para la toma de decisiones en el manejo de los pacientes críticamente enfermos. Durante el periodo comprendido entre marzo del 2020 y marzo del 2021 hubo un gran número de pacientes hospitalizados por COVID-19 en el Hospital de Especialidades No. 1 del Centro Médico Nacional del Bajío, en León Guanajuato, y llamó la atención un incremento sustancial en la mortalidad de aquellos pacientes que desarrollaron LRA y requirieron terapia de reemplazo renal mediante hemodiálisis intermitente. El objetivo principal de esta investigación fue identificar la proporción de muertes en pacientes con COVID-19 que desarrollaron lesión renal aguda y requirieron hemodiálisis.

Material y métodos

El presente es un estudio observacional, descriptivo, transversal, retrospectivo en un hospital de tercer nivel de atención en la ciudad de León Guanajuato, el cual fue reconvertido para brindar atención a enfermos de COVID-19. Se estudió a todos los pacientes sospechosos o confirmados con COVID-19 que presentaron LRA y requirieron hemodiálisis desde marzo del 2020 hasta marzo del 2021. Se incluyeron hombres y mujeres mayores de 18 años con o sin enfermedades crónico-degenerativas asociadas (diabetes mellitus, hipertensión arterial, enfermedad cardiovascular), que tuvieron requerimiento dialítico por urgencia dialítica y recibieron una o más sesiones de hemodiálisis intermitente. Se excluyeron los pacientes que presentaron LRA y no aceptaron tratamiento dialítico y aquellos que recibieron terapia de reemplazo renal lenta continua en UCI. Esta investigación se apegó a la Ley General de Salud de México, que entró en vigor en 1984 con última reforma en 2014, en el título

segundo Investigación para la Salud, en los artículos 13, 14 y 17, y con base en este último se catalogó como investigación sin riesgo. Asimismo, se apegó a la Declaración de Helsinki elaborada en 1964, con última revisión en octubre de 2013, en Brasil. Este artículo deriva de un proyecto de investigación aprobado por el Comité Local de Investigación con el número de registro institucional R- 2021-1001-075.

Para la obtención de los datos relevantes de este estudio (sexo, edad, días transcurridos desde el ingreso hasta el desarrollo de lesión renal aguda y requerimiento dialítico, número de sesiones de hemodiálisis recibidas, resultado de prueba COVID-19, mortalidad y fecha de defunción), la herramienta que se utilizó fue una hoja de recolección de datos diseñada por los investigadores a partir de las variables que se analizaron. Para poder llevar a cabo el proceso de recolección de datos se consultó la información de cada paciente en los registros de enfermería de la Unidad de Hemodiálisis y se buscó en el expediente electrónico la fecha de ingreso y la fecha de egreso o defunción. Para el análisis descriptivo se utilizaron medidas de tendencia central para variables cuantitativas y se calculó la proporción de muertes en pacientes con prueba de PCR (prueba de reacción en cadena de la polimerasa) positiva para COVID-19, y se obtuvo este resultado al dividir el número de pacientes fallecidos con prueba de PCR positiva entre el total de pacientes incluidos en el estudio con prueba de PCR positiva durante el año de seguimiento, multiplicado por 100, así como la mortalidad dividida por sexo.

Resultados

Se estudió la población total de 40 pacientes, 31 hombres (77%) y nueve mujeres (23%). Por grupo etario se encontraron cuatro pacientes entre 18 y 44 años, 12 entre 45 y 59 años y 24 pacientes mayores de 60 años. El resto de las características basales se muestran en el **cuadro I**. De la población total que falleció (33 pacientes) el 79% fueron hombres y 21% mujeres; del total de hombres incluidos, el 84% fallecieron y del total de mujeres estudiadas, el 78% fallecieron.

La proporción de muertes en pacientes con diagnóstico de COVID-19 que desarrollaron LRA y requirieron hemo-

Cuadro I Características basales de la población de estudio divididas entre pacientes vivos y fallecidos

Pacientes	Vivos (n = 7)	Fallecidos (n = 33)	Total (n = 40)
Sexo, n (%)			
Masculino	5 (72)	26 (79)	31 (77)
Edad, media (DE), años	58.14 (19.03)	62.69 (12.20)	61.9 (13.40)

DE: desviación estándar

diálisis en el periodo de un año fue del 86.1%. La tasa de mortalidad específica en cada grupo etario se encontró de la siguiente manera: de 18 a 44 años falleció el 50%, de 45 a 59 años falleció el 75% y mayores de 60 años fallecieron el 91.6%. El promedio general de días transcurridos desde el ingreso de los pacientes al hospital hasta el desarrollo de lesión renal aguda y requerimiento dialítico fue de 5.25 días: en pacientes que vivieron fue de 1.85 días y en pacientes que fallecieron de 5.97 días. El promedio general de sesiones de hemodiálisis que requirieron durante su estancia intrahospitalaria fue de 1.85 sesiones: en pacientes que vivieron fue de 2.42 sesiones y en pacientes que fallecieron de 1.72 sesiones. El Departamento de Epidemiología investigó el resultado de la prueba PCR para COVID-19 en la población de estudio y documentó 36 pacientes positivos (90%) y cuatro pacientes negativos (10%); de los pacientes vivos, en el 71% se obtuvo resultado positivo y de los pacientes fallecidos en el 94% se obtuvo un resultado positivo (cuadro II).

Discusión

En este estudio donde se incluyeron pacientes con COVID-19 que desarrollaron LRA con requerimiento de terapia de reemplazo renal mediante hemodiálisis intermitente. Hubo una elevada proporción de muertes, la cual correspondió al 86.1%. Según Ng *et al.* la tasa de incidencia de muerte hospitalaria entre pacientes con LRA que recibían diálisis fue del 37.5/1000 pacientes-día, tomando como grupo de referencia a aquellos sin LRA, observó mayor riesgo de muerte en estos pacientes (razón de riesgo [RR]: 5.6). Después de ajustar los resultados por datos demográficos, condiciones comórbidas y gravedad de la enfermedad, el riesgo de muerte se mantuvo más alto (RR ajustada: 6.4) en comparación con aquellos sin LRA.⁷ En otros estudios de pacientes con COVID-19, la LRA es considerada como un marcador de severidad, ya que se asocia a altas tasas de mortalidad, especialmente cuando se requiere terapia de reemplazo renal;^{2,15} por lo tanto, se puede considerar el desarrollo de LRA con requerimiento dialítico como un

factor de mal pronóstico asociado a mayor letalidad. Entre los resultados obtenidos, llama la atención que la mayoría de la población fallecida fueron hombres. Ante esto algunos autores coinciden en que el sexo masculino es un factor de riesgo de severidad y mortalidad asociado a COVID-19. Esto puede ser explicado por la menor sensibilidad de las mujeres a las infecciones virales, debido a que el cromosoma X y las hormonas sexuales femeninas juegan un rol importante en la inmunidad innata y adaptativa, por lo que fungen como factores protectores.²² En este estudio, el promedio de edad en pacientes fallecidos fue mayor de 60 años, lo que se asemeja a los hallazgos de Sousa *et al.*, quienes expusieron que este grupo etario tiene 3.7 veces más probabilidades de fallecer por COVID-19 en comparación con los pacientes que tienen menos de esa edad. La posible explicación a lo anterior se basa en la inmunosenescencia, ya que los pacientes mayores de 60 años experimentan defectos dependientes de la edad en la función de los linfocitos T y B.^{22,23} En otro estudio de los factores asociados a mortalidad en pacientes con COVID-19, la edad entre defunciones y egresos por mejoría fue distinta en su media (62.5 frente a 52.7 años),²⁴ resultados muy similares a los encontrados en este estudio, con una media prácticamente similar entre pacientes fallecidos. Lo anterior deja ver que la mortalidad asociada a COVID-19 sí está influenciada por la edad. Asimismo, al dividirlos por grupo etario se encontró una tasa de mortalidad específica más alta en pacientes mayores de 60 años. En este estudio el promedio de días desde el ingreso hasta el requerimiento dialítico fue de 5.2 días, resultado que difiere de estudios anteriores en los que se reportó un promedio de 15 días;¹⁵ sin embargo, la población estudiada fue diferente. Dichos estudios se enfocaron únicamente en pacientes admitidos en UCI, a diferencia de esta población de estudio, la cual estuvo conformada por pacientes que se encontraban en área de hospitalización general. Llama la atención que el promedio de días fue diferente entre pacientes vivos y fallecidos (fueron menos días en pacientes vivos), lo cual podría asociarse a menor mortalidad por el inicio temprano de la terapia de reemplazo renal; sin embargo, se requieren estudios analíticos para poder establecer dicha asociación.

Cuadro II Hallazgos en la población de estudio dividida entre pacientes vivos y fallecidos

Pacientes	Vivos (n = 7)	Fallecidos (n = 33)	Total (n = 40)
Días hasta requerir HD*, media (DE)	1.85 (1.86)	5.97 (5.22)	5.25 (5.04)
Sesiones de HD*, media (DE)	2.42 (0.97)	1.72 (1.58)	1.85 (1.51)
PCR† para COVID-19			
Positiva, n (%)	5 (71)	31 (94)	36 (90)
Negativa, n (%)	2 (29)	2 (6)	4 (10)

*Hemodiálisis (HD); †prueba de reacción en cadena de la polimerasa (PCR)
DE: desviación estándar

El número de sesiones de hemodiálisis requeridas por cada paciente durante la estancia intrahospitalaria en este estudio en promedio fue de 1.85 sesiones, lo cual podría asociarse directamente al estado de gravedad de los pacientes, ya que algunos presentaron deterioro hemodinámico o respiratorio después de la primera sesión y otros fallecieron antes de recibir una segunda sesión de hemodiálisis. Entre las principales limitaciones de este estudio se encuentran su diseño retrospectivo, el número reducido de pacientes y el sesgo de referencia, pues solo se incluyeron pacientes que se encontraban en área de hospitalización general y quedaron excluidos aquellos que se encontraban en la UCI; sin embargo, algunos pacientes cumplían con criterios de ingreso a dicha unidad y fueron rechazados por falta de espacio; por lo tanto, los hallazgos de este estudio podrían considerarse representativos de ambas poblaciones. Los resultados obtenidos son relevantes, dado que no se cuenta con estudios similares en nuestra región en los que se reporte la proporción de muertes en pacientes con las mismas características. Este estudio posibilita el conocimiento de la demanda de los servicios de salud, la proporción de muertes durante la pandemia de COVID-19 y la identificación de factores asociados que permitirán el desarrollo de estudios analíticos posteriores, para así poder establecer en qué circunstancias se beneficiarán o no del inicio de la terapia de reemplazo renal, ya que como se

documentó en este estudio, la mayoría presenta un desenlace fatal.

Conclusiones

En este estudio se documentó una elevada proporción de muertes en pacientes con COVID-19 que desarrollaron LRA y requirieron terapia de reemplazo renal. La mortalidad fue mayor en pacientes del sexo masculino y en aquellos de edad avanzada.

Agradecimientos

Se agradece al Departamento de Epidemiología de la Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Especialidades No. 1, en León, Guanajuato, por su apoyo para obtener el resultado de la prueba PCR para COVID-19 de la población de estudio.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno relacionado con este artículo.

Referencias

- Soleimani M. Acute Kidney Injury in SARS-CoV-2 Infection: Direct Effect of Virus on Kidney Proximal Tubule Cells. *Int J Mol Sci.* 2020;21(9):3275. doi: 10.3390/ijms21093275
- Gabarre P, Dumas G, Dupont T, Darmon M, Azoulay E, Zafarani L. Acute kidney injury in critically ill patients with COVID-19. *Intensive Care Med.* 2020;46(7):1339-48. doi: 10.1007/s00134-020-06153-9
- Lynch M, Tang J. COVID-19 and Kidney Injury. *R I Med J* (2013). 2020;103(8):24-8.
- Robbins S, Qian L, King K, Stevens J, Husain S, Radhakrishnan J, et al. Outcomes for Patients With COVID-19 and Acute Kidney Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Kidney Int Rep.* 2020;5(8):1149-60. doi: 10.1016/j.ekir.2020.06.013
- Kellum JA, Lameire N, Aspelin P, Barsoum RS, Burdmann EA, Goldstein SL, et al.; Kidney disease: Improving global outcomes (KDIGO) acute kidney injury work group. KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury. *Kidney International Supplements.* 2012;2(1):1-138.
- Ng J, Luo Y, Phua K, Choong A. Acute kidney injury in hospitalized patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): A meta-analysis. *J Infect.* 2020;81(4):647-79. doi: 10.1016/j.jinf.2020.05.009
- Ng J, Hirsch J, Hazzan A, Wanchoo R, Shah HH, Malieckal DA, et al; Northwell Nephrology COVID-19 Research Consortium. Outcomes Among Patients Hospitalized With COVID-19 and Acute Kidney Injury. *Am J Kidney Dis.* 2021;77(2):204-15. e1. doi: 10.1053/j.ajkd.2020.09.002
- Cheng Y, Luo R, Wang K, Zhang M, Wang Z, Dong L, et al. Kidney disease is associated with in-hospital death of patients with COVID-19. *Kidney Int.* 2020;97(5):829-38. doi: 10.1016/j.kint.2020.03.005
- Kellum J, Lameire N; KDIGO AKI Guideline Work Group. Diagnosis, evaluation, and management of acute kidney injury: a KDIGO summary (Part 1). *Crit Care.* 2013;17(1):204. doi: 10.1186/cc11454
- Casas-Aparicio GA, León-Rodríguez I, Alvarado-de la Barrera C, González-Navarro M, Peralta-Prado AB, Luna-Villalobos Y et al. Acute Kidney Injury in patients with severe COVID-19 in Mexico. *PLoS ONE.* 16(2): e0246595. doi: 10.1371/journal.pone.0246595
- Martínez-Rueda AJ, Álvarez RD, Méndez-Pérez RA, Fernández-Camargo DA, Gaytan-Arocha JE, Berman-Parks N, et al. Community and Hospital Acquired Acute Kidney Injury in COVID-19: Different Phenotypes and Dismal Prognosis. *Blood Purification.* 2021;14080. doi: 10.1159/000513948
- Nadim MK, Forni LG, Mehta RL, Connor MJ Jr, Liu KD, Ostermann M, et al; COVID-19-associated acute kidney injury: consensus report of the 25th Acute Kidney Disease Quality Initiative (ADQI) Workgroup. *Nat Rev Nephrol.* 2020;16(12):747-64. doi: 10.1038/s41581-020-00356-5
- Fominskiy EV, Scandroglio AM, Monti G, Calabrò MG, Landoni G, Dell'Acqua A, et al; COVID-BioB Study Group. Prevalence, Characteristics, Risk Factors, and Outcomes of Invasively Ventilated COVID-19 Patients with Acute Kidney Injury and Renal Replacement Therapy. *Blood Purif.* 2021;50(1):102-9. doi: 10.1159/000508657

14. Ahmadian E, Hosseiniyan S, Razi S, Abediazar S, Shoja M, Ardalan M, et al. Covid-19 and kidney injury: Pathophysiology and molecular mechanisms. *Rev Med Virol.* 2021;31(3): e2176. doi: 10.1002/rmv.2176
15. Ronco C, Reis T, Husain F. Management of acute kidney injury in patients with COVID-19. *Lancet Respir Med.* 2020;8(7):738-42. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30229-0
16. Semler MW, Self WH, Wanderer JP, Ehrenfeld JM, Wang L, Byrne DW, et al; SMART Investigators and the Pragmatic Critical Care Research Group. Balanced Crystalloids versus Saline in Critically Ill Adults. *N Engl J Med.* 2018;378(9):82939. doi: 10.1056/NEJMoa1711584
17. Ramirez-Sandoval JC, Gaytan-Arocha JE, Xolalpa-Chávez P, Mejía-Vilet JM, Arvizu-Hernandez M, Rivero-Sigarroa E, et al. Prolonged Intermittent Renal Replacement Therapy for Acute Kidney Injury in COVID-19 Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. *Blood Purif.* 2021;50(3):355-63. doi: 10.1159/000510996
18. Hassanein M, Radhakrishnan Y, Sedor J, Vachharajani T, Vachharajani VT, Augustine J, et al. COVID-19 and the kidney. *Cleve Clin J Med.* 2020;87(10):61931. doi: 10.3949/ccjm.87a.20072
19. Bowe B, Cai M, Xie Y, Gibson A, Maddukuri G, Al Z. Acute Kidney Injury in a National Cohort of Hospitalized US Veterans with COVID-19. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2020;16(1):14-25. doi: 10.2215/CJN.09610620
20. Kant S, Menez SP, Hanouneh M, Fine DM, Crews DC, Brennan DC, et al. The COVID-19 nephrology compendium: AKI, CKD, ESKD and transplantation. *BMC Nephrol.* 2020;21(1):449. doi: 10.1186/s12882-020-02112-0
21. Fabrizi F, Alfieri C, Cerutti R, Lunghi G, Messa P. COVID-19 and Acute Kidney Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pathogens.* 2020;9(12):1052. doi: 10.3390/pathogens9121052
22. Ayón-Aguilar J, Méndez-Martínez S, Toledo-Tapia R, García-Flores MA, Mayoral-Ortiz A, Tlecuil-Mendoza N et al. Influencia de factores de riesgo sobre mortalidad por COVID-19. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2022;60(4):433-9. Disponible en: http://revistamedica.imss.gob.mx/editorial/index.php/revista_medica/article/view/4546/4407
23. Sousa G, Garces T, Cestari V, Florêncio R, Moreira T, Pereira M. Mortality and survival of COVID-19. *Epidemiol Infect.* 2020; 148:e123. doi: 10.1017/S0950268820001405
24. Ángeles-Garay U, Velázquez-García JA, Hernández-González C, Velázquez-Chávez Y, Hernández-Flores NG, Portilla-Aguilar M et al. Factores asociados a defunción en pacientes hospitalizados por COVID-19. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2021;59(5):423-30. Disponible en: http://revistamedica.imss.gob.mx/editorial/index.php/revista_medica/article/view/4091/4277