



**TÍTULO DEL ESTUDIO: “EFECTOS DE LA  
VACUNACIÓN PARA COVID - 19 EN  
PACIENTES CON HEMODIÁLISIS”**

**REPORTE DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN 06-2024**

### **Autores**

Pérez Tejada, Edwin Eduardo  
Bravo Zúñiga, Jessica  
Herrera Añazco, Percy  
Tapia Zerpa, Carlos  
Victoria Díaz, Eduardo Luna  
Figueroa Montes, Luis Edgardo  
Soto Becerra, Percy

### **Reporte de resultados de investigación 06-2024**

El presente reporte es el resultado de una investigación realizada en el marco de los temas de investigación en salud prioritarios para ESSALUD, para el periodo 2024, aprobados con la Resolución de IETSI N° 24-IETSI-ESSALUD-2023.

### **Conflicto de intereses**

Los responsables de la elaboración del presente documento declaran no tener ningún conflicto de interés financiero o no financiero, con relación a los temas descritos en el presente documento.

### **Aprobación Ética**

Este estudio fue aprobado para su ejecución por el Comité Institucional de Ética en Investigación del Instituto Nacional Cardiovascular de ESSALUD.

### **Financiamiento**

Este documento técnico ha sido parcialmente financiado por el Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud e Investigación (IETSI), ESSALUD.

### **Citación**

Este documento debe ser citado como: **“EFECTOS DE LA VACUNACIÓN PARA COVID -19 EN PACIENTES CON HEMODIÁLISIS”**.

### **Datos de contacto**

Miguel Giancarlo Moscoso Porras  
Correo electrónico: [ietsi.sdis4@essalud.gob.pe](mailto:ietsi.sdis4@essalud.gob.pe)  
Teléfono: (+511)265 6000, anexo 1966

## Contenido

RESUMEN .....	4
Introducción.....	5
Métodos.....	7
Resultados.....	9
Discusión .....	14
Referencias Bibliográficas .....	16

PRE PUBLICACIÓN

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la respuesta humoral ante la vacunación contra el SARS-CoV-2 en pacientes con Enfermedad Renal Crónica (ERC) en hemodiálisis a los 3 y 6 meses.

**Metodología:** Se seleccionaron pacientes en hemodiálisis crónica que fueron vacunados contra la COVID-19. Se midieron los Anticuerpos neutralizantes contra el SARS-COV-2 (BAU/mL) al sexto y noveno mes luego de recibir la segunda dosis de la vacuna. Además, se registró de las historias clínicas, la ocurrencia de infección, hospitalización, ingreso a cuidados intensivos o fallecimiento por COVID-19.

**Resultados:** Se evaluaron 159 pacientes con ERC de una edad media de  $54 \pm 14$  años. La etiología más frecuente de la ERC fue la hipertensión arterial y la diabetes mellitus (48%). Los niveles de anticuerpos disminuyeron entre la primera y segunda toma de una mediana de 8500 a 5495 (BAU/mL). Del total, solo quince pacientes desarrollaron un cuadro de COVID-19 leve luego de la vacunación. En el modelo de regresión se observa que existió mayor probabilidad de infección a partir de lo 10mil BAU/mL

**Conclusión:** El nivel de anticuerpos entre el tercer mes y sexto mes de evaluación tuvo una disminución no significativa, con una mediana de 8 500 BAU/mL y 5 495 BAU/mL en la primera y segunda muestra, respectivamente. Los pacientes que presentaron COVID en el estudio no requirieron hospitalización ni unidad de cuidados intensivos.

**Palabras clave:** enfermedad renal crónica, diálisis, infección COVID

## INTRODUCCIÓN

La pandemia por la COVID-19 implicó una gran morbimortalidad y un desafío para los sistemas de salud a nivel mundial y en el Perú no fue la excepción, siendo uno de los países con más alta tasa de mortalidad por la COVID 19 a nivel global (1). Las complicaciones asociadas a la COVID-19 fueron mayores en poblaciones vulnerables tales como los pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis (ERCHD). Estos pacientes tuvieron limitaciones para asistir a sus sesiones de hemodiálisis debido al confinamiento y mayor riesgo de exposición al virus al usar transporte público o al compartir ambientes cerrados con otros pacientes (2).

Por otro lado, la edad avanzada, deprivación económica y alta carga de comorbilidades en este grupo de pacientes los predispone a tener peores resultados clínicos debido a una infección por COVID-19 (3). La suma de estas condiciones ocasionó que la letalidad en pacientes con ERCHD sea mayor a 20%, antes de la vacunación contra la COVID-19 (4,5)

La estrategia de salud pública más efectiva contra las complicaciones asociadas a la COVID-19 es la vacunación (6). No obstante, la efectividad de las vacunas difiere de acuerdo con la evaluación de desenlaces clínicos o marcadores de la respuesta inmune. En el caso de marcadores de respuesta inmune, diversos estudios en pacientes con función renal normal sugieren que los títulos de IgG como marcadores de la respuesta inmune al SARS-CoV-2 son duraderos, aunque con modestos descensos entre los 6 y los 8 meses (7).

Antes de la implementación de los programas nacionales de vacunación contra la COVID-19, los estudios que evaluaban la respuesta inmune de los pacientes con ERCHD luego de la vacunación mostraban resultados discrepantes, con estudios que sugerían que estos pacientes no mostraban respuesta inmune humoral eficiente y otros que reportaban lo contrario (7,8). Varios trabajos describen que las tasas de seroconversión entre pacientes sometidos a diálisis que recibieron

dos dosis de vacuna de ARNm fueron más bajas que las de los controles (9,10). Por el contrario, otra investigación realizada en áreas de hemodiálisis, mostró una disminución lineal en los niveles de IgG hasta 3 meses después de la infección (11). En ese sentido, es posible que los estudios en población con función renal normal no se apliquen a la población con una función renal disminuida como es el caso de los pacientes con ERCHD. Además, otros factores que afectan la respuesta inmune como la edad avanzada y la coexistencia de patologías crónicas, ambos factores presentes en pacientes con ERCHD, se asocian a una menor respuesta inmune a la vacunación medida mediante el desarrollo de anticuerpos antispike (12).

Por otro lado, diversos estudios evaluaron el antecedente de una infección por SARS-CoV-2 y su efecto en una reinfección posterior en población general. Sin embargo, aunque el antecedente de infección por SARS-COV-2 se asocia a un mayor título de anticuerpos *antispike* y antinucleocápside, no es clara la relación entre el título de anticuerpos y el posterior desarrollo de la enfermedad, con estudios que muestran resultados discrepantes (3,6,13). Un estudio midió anticuerpos *antispike* y mostró que la seropositividad contra SARS-CoV-2 se asociaba con menor probabilidad de reinfección y, en el caso de niveles más bajos de anticuerpos, a un mayor riesgo de reinfección (14). Sin embargo, estos resultados no necesariamente afectan a poblaciones vulnerables como los pacientes con ERCHD, como en el caso de la respuesta inmune.

Debido a que la población con ERCHD es una población vulnerable, su respuesta inmune luego de la vacunación y su relación con otros desenlaces clínicos como hospitalización y muerte es de interés, sobre todo debido a los resultados discrepantes en las investigaciones en esta población. Por lo expuesto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la respuesta inmunológica generada por la vacunación anti COVID-19 en una población peruana de pacientes con ERCHD con un dosaje de anticuerpos neutralizantes a los 6 y 9 meses de la tercera dosis.

## MÉTODOS

### ***Diseño y participantes***

Estudio observacional, longitudinal prospectivo que incluyó a 168 pacientes elegidos por conveniencia de los 300 pacientes que acuden al Centro Nacional de Salud Renal (CNSR) del Seguro Social de Salud de Perú EsSalud en el año 2022 que recibieron hasta la tercera dosis de la vacuna contra SARS-COV-2 y accedieron a participar en el estudio. Se excluyó a los pacientes que tenían menos de seis meses en hemodiálisis.

### ***Recolección de información***

Para el dosaje de anticuerpos neutralizantes, se tomaron muestras séricas a los seis y nueve meses después de la segunda dosis de vacunación. La toma de muestra se realizó en las salas de diálisis antes de su segunda sesión de diálisis semanal. Las muestras de sangre se codificaron, registraron y trasladaron al laboratorio para su procesamiento. La medición de anticuerpos neutralizantes (nAb) se realizó a través de cuantificación de los anticuerpos IgG a manera del mejor proxy usando el ensayo LIAISON® SARS-CoV-2 TrimericS IgG para la medición cuantitativa del nivel de anticuerpos IgG específicos contra la proteína trimérica espicular del SARS-CoV-2 en muestras de suero o plasma humano. Esta prueba es un inmunoensayo indirecto por quimioluminiscencia (CLIA) para la detección de anticuerpos IgG contra el SARS-CoV-2. Las concentraciones de los calibradores se expresan como unidades de anticuerpos de unión [*Binding Antibody Units*] (BAU)/ml en relación con el primer estándar internacional de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la inmunoglobulina contra el SARS-CoV-2 (6,15). El analizador calcula automáticamente los niveles de anticuerpos IgG contra el SARS-CoV-2 expresados como unidades de anticuerpos de unión (BAU/ml) y clasifica los resultados. Esta prueba muestra un buen nivel de concordancia al compararla con el ensayo de micro neutralización (16).

Se obtuvo la Información de las historias clínicas electrónicas de los pacientes con ERCHD del CNSR de EsSalud y se determinó la presencia de infección COVID-19 post vacunal, estableciendo si fueron hospitalizados, necesitaron cuidados intensivos o fallecieron. Los datos fueron tabulados en una base de datos en

Microsoft Excel 2007 mediante doble digitación y procesados estadísticamente con el paquete estadístico Stata 16 (StataCorp, USA).

### ***Análisis de datos***

Las características de los participantes se muestran con promedios y desviaciones estándar o mediana y valores mínimo y máximo. Las variables categóricas se describieron en frecuencias y porcentajes. Para el cálculo de la probabilidad de infección post-vacunación, se realizaron dos modelos separados de regresión logística de Firth, el cual se usa como alternativa ante pequeños tamaños de muestra o desenlaces desbalanceados (17). Un modelo incluyó como predictor único a la edad de los participantes y el otro, al nivel de anticuerpos hallado en la primera medición (a los 6 meses). Todos los análisis se realizaron en el programa estadístico R versión 4.2.2.

### ***Aspectos éticos***

El protocolo de la presente investigación fue aprobado por el comité de ética institucional del Instituto Nacional Cardiovascular mediante certificado de aprobación 49/2021.

## RESULTADOS

168 participantes fueron reclutados en la unidad de hemodiálisis al inicio del estudio. Debido a ausencia o complicaciones como fallecimiento u hospitalización antes de las tomas de muestra a los 6 y 9 meses, se excluyó la información de 10 participantes. Finalmente, se evaluó a 158 pacientes que fueron mayormente de sexo masculino (67%) con una edad media de  $54 \pm 14$  años. Las etiologías de ERC más frecuentes fueron hipertensión Arterial y la diabetes mellitus (48%). La media de años en diálisis fue de  $12 \pm 9$  años y 15% de los pacientes tenía anticuerpos Anti-hepatitis C Positivo. El resto de características generales se muestran en la tabla 1.

**TABLA 1: CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN ESTUDIADA**

<b>Característica</b>	<b>N = 158</b>
<b>Sexo</b>	
Femenino	52 (33%)
Masculino	106 (67%)
<b>Edad</b>	
Media $\pm$ DE	$53 \pm 14$
Mediana	54 (42, 64)
Rango	19, 83
<b>Etiología ERC</b>	
Hipertensión Arterial	45 (28%)
Glomerulonefritis	41 (25.7%)
Diabetes	32 (20%)
Enfermedad Quística Hereditaria Congénita	12 (7.6%)
Nefritis Intersticial Pielonefritis	12 (7.6%)
Otras Condiciones	16 (10.1%)
<b>Serología</b>	
<b>Serología VHB</b>	
Negativo	156 (99%)
Positivo	2 (1.3%)
<b>Serología VHC</b>	
Negativo	134 (85%)
Positivo	24 (15%)
<b>Portador de VIH</b>	
Negativo	158 (100%)
<b>Años en Diálisis</b>	
Media $\pm$ De	$12 \pm 9$
Mediana (RIQ)	11 (4, 19)
Rango	1, 38

Se encontró que el total población había sido vacunada al iniciar el estudio. De ellos, 7.6% presentó infección por COVID-19 previa a la vacunación y 9.5%, luego de la vacunación. Todos los casos de COVID-19 fueron leves según los registros de las historias clínicas. Ninguno de los pacientes requirió hospitalización, ingreso a unidad de cuidados intensivos o falleció (Tabla 2).

**TABLA 2: CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN SEGÚN VACUNACIÓN Y EVENTOS DE COVID-19**

<b>Característica</b>	<b>N = 158</b>
<b>Vacunación AntiCOVID</b>	
Si	158 (100%)
<b>Infección Post Vacunación AntiCOVID</b>	
No Evento	143 (90.5%)
Positivo Covid	15 (9.5%)
<b>Infección Antes de Vacunación AntiCOVID</b>	
No Evento	146 (92%)
Positivo Covid	12 (7.6%)
<b>Hospitalización por Covid</b>	
No	158 (100%)

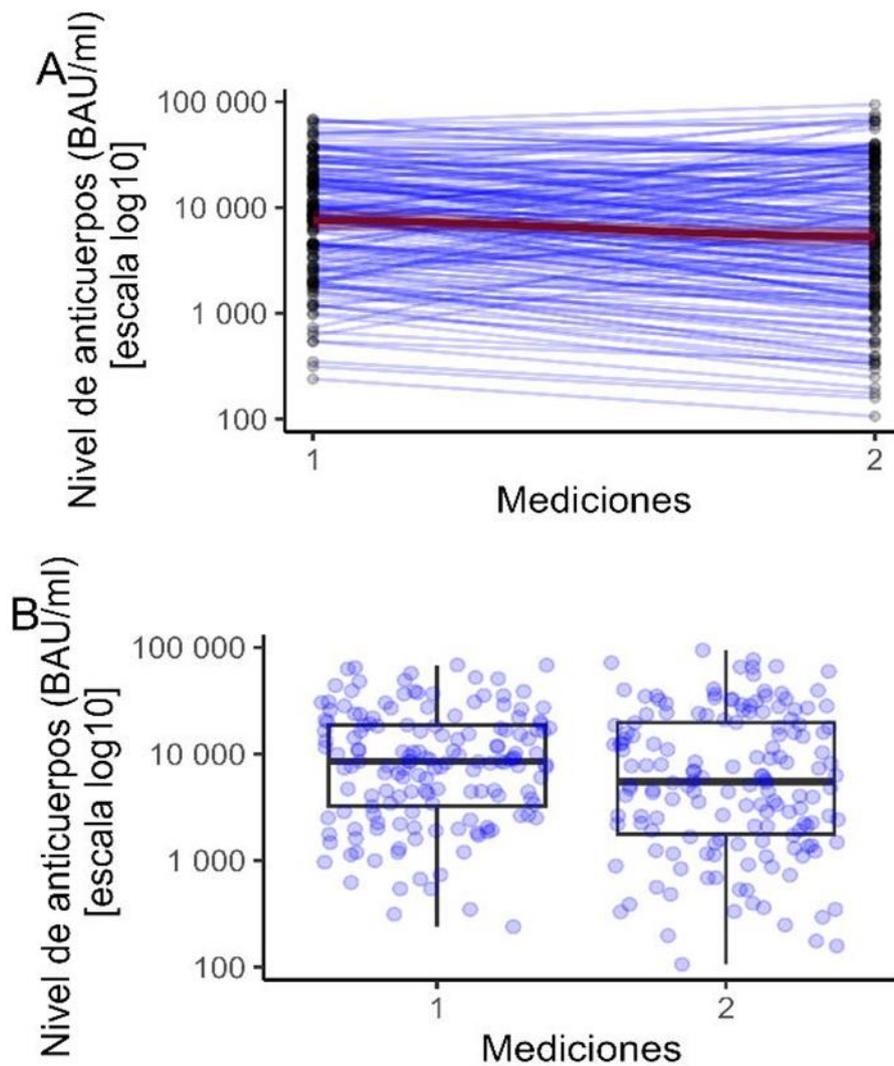
En la tabla 3, se muestra la distribución de otras características clínicas en relación con el evento de desarrollar COVID-19 durante el estudio. En general, solo un caso con serología positiva a VHC desarrolló COVID-19. Mientras que ningún vacunado, ni ningún individuo con infección previa tuvo el evento de interés.

**TABLA 3: EVENTOS DE COVID 19 SEGÚN CARACTERÍSTICA DE LA POBLACIÓN PACIENTES EN HEMODIÁLISIS CNSR ESSALUD**

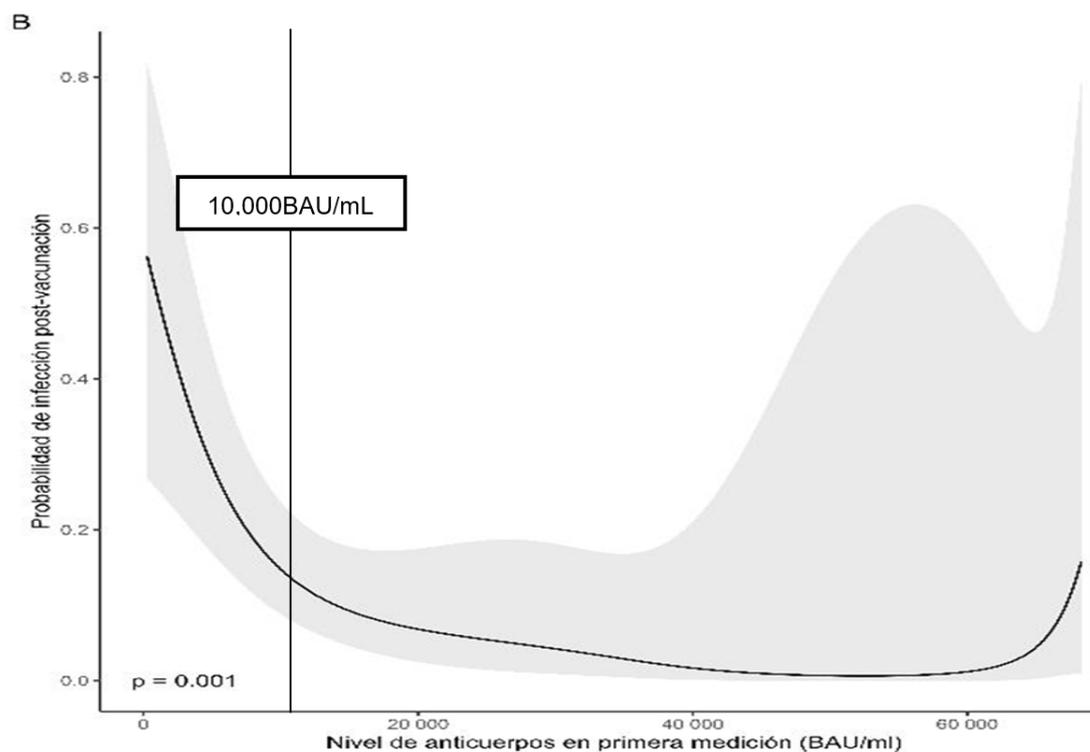
<b>Característica</b>	<b>NO HIZO EVENTO, N = 143</b>	<b>POSITIVO COVID, N = 15</b>
<b>SEROLOGIA POSITIVA PARA VHB</b>		
Negativo	141 (99%)	15 (100%)
Positivo	2 (1.4%)	0 (0%)
<b>SEROLOGIA POSITIVA PARA VHC</b>		
Negativo	120 (84%)	14 (93%)
Positivo	23 (16%)	1 (6.7%)
<b>SEROLOGIA POSITIVA PARA VIH</b>		
Negativo	143 (100%)	15 (100%)
<b>AÑOS EN DIALISIS</b>		
Media ± DE	13 ± 9	10 ± 8
Mediana (RIQ)	11 (5, 19)	7 (3, 17)
Rango	1, 38	1, 24
<b>VACUNACION ANTICOVID</b>		
SI	143 (100%)	15 (100%)
<b>INFECCION ANTES DE VACUNACION ANTICOVID</b>		
NO EVENTO	131 (92%)	15 (100%)
POSITIVO COVID	12 (8.4%)	0 (0%)
<b>HOSPITALIZACION POR COVID</b>		
NO	143 (100%)	15 (100%)

Los niveles de anticuerpos en Unidad BAU/mL en escala logarítmica se redujeron entre la primera y segunda toma de muestra (Gráfico 1). También se evidenció una disminución de los niveles de anticuerpos de 8500 (BAU/mL) a los seis meses a 5495 (BAU/mL) a los nueve meses post vacunación. Por otro lado, se predijo la probabilidad de infección en el modelo de regresión y se encontró que esta muestra un descenso a partir de las 10 000 BAU/mL aproximadamente (Gráfico 2).

**GRAFICO 1: NIVELES DE ANTICUERPOS VACUNALES ANTI COVID 19  
POBLACIÓN PACIENTES EN HEMODIÁLISIS CNSR ESSALUD - PRIMERA Y  
SEGUNDA TOMA DE MUESTRA**



**GRAFICO 2: NIVELES DE ANTICUERPOS VACUNALES ANTI-COVID 19 POBLACIÓN HEMODIÁLISIS CNSR Y PROBABILIDAD DE INFECCIÓN**



PRE PUBLI

## DISCUSIÓN

En el presente estudio se evaluó la respuesta inmunológica a la vacunación para COVID-19 en pacientes con ERCHD. Los principales resultados de nuestro estudio muestran que, aunque luego de la vacunación disminuyeron los anticuerpos neutralizantes, la probabilidad de infección no disminuyó significativamente luego de los 10 000 BAU/mL.

Los pacientes con ERC estadio 5 en Hemodiálisis presentan múltiples comorbilidades, así como procesos inflamatorios crónicos, lo cual hace que la misma respuesta inmunitaria del paciente se encuentre disminuida. La exposición al virus SARS-CoV 2, ha hecho que la letalidad en esta población sea muy alta, lo cual es descrito en diversos artículos, como el de Venegas (18), quien refiere que 20% de pacientes fallecieron reportando una mayor letalidad en pacientes con hemodiálisis que en la población general.

Diversos estudios como el de Anand y col (19), muestran que alrededor de un 8 a 9% de la población en diálisis tuvo anticuerpos positivos contra el SARS-CoV-2, y es por lo que se recomienda la vacunación contra COVID-19 para pacientes en diálisis ya que representan una población vulnerable que tiene un alto riesgo de muerte por COVID-19 (20).

En la muestra estudiada 9.5% (15 pacientes) presentaron seropositividad a la enfermedad post vacunación (todos los casos de presentación leve) y ninguno de los pacientes requirió de hospitalización o ingreso a cuidados intensivos, ni existieron fallecimientos. Aunque este hallazgo confirma la protección de la vacuna en la población en diálisis al igual que otros estudios con evidencia directa de la eficacia de la vacuna, las tasas de seroconversión pueden ser más bajas en comparación con la población general. El nivel de anticuerpos medido disminuyó entre el tercer mes y sexto mes de evaluación no siendo significativa su disminución con una mediana de 8500 BAU/mL y 5495 BAU/mL entre la primera y segunda muestra. Anand y cols (21) muestran en su estudio prospectivo que la respuesta de anticuerpos a la vacunación contra el SARS-CoV-2 disminuye

rápidamente en las personas que reciben diálisis. En esta población, la respuesta de anticuerpos circulantes está asociada con el riesgo de una infección avanzada.

La probabilidad de infección no estuvo relacionada a la edad del paciente en la población estudiada. Sin embargo, el nivel de anticuerpos en el tercer mes si se encontró asociado con la infección post-vacunación. A niveles menores de 10 mil BAU/ml, se observa un menor nivel de Anticuerpos relacionado a una mayor probabilidad de infección. De 10 mil BAU/ml a 20 mil BAU/ml, el riesgo se reduce muy escasamente y luego de los 40 mil BAU/ml se alcanzan las probabilidades estimadas de infección más bajas. Sin embargo, dada la cantidad de pacientes que presentaron el cuadro infeccioso es un dato solo aplicable a nuestra población. En documentos técnicos como del Ministerio de Sanidad Español (22) indican que el nivel de anticuerpos sirve para valorar la respuesta inmune humoral pero no es un indicador de memoria inmunológica y que las pruebas serológicas “no deben considerarse un indicador sólido de inmunidad protectora en personas previamente infectadas con SARS-CoV-2, ni de efectividad vacunal”. Así mismo, se establece que las células B y las células plasmáticas tienen una larga vida y ante una reinfección volverían a producir anticuerpos en menos de 48 horas, por lo que un título bajo de anticuerpos no sería indicativo de agotamiento de la respuesta humoral. Esto concuerda con el hallazgo de una revisión sistemática (23) sobre la duración de la inmunidad conferida por la vacunación frente a la COVID-19, que encuentra que los títulos de anticuerpos no necesariamente predicen una disminución de la protección con el tiempo. Se podría inferir que el incremento significativo de los anticuerpos neutralizantes en estos pacientes está relacionado a que en el Perú los refuerzos se realizaron con diseños de vacunación con ARN mensajero (ARNm), que fueron destinados a pacientes con preexistencias de inmunosupresión (16).

Se podría considerar que la periodicidad para vacunación para COVID 19, en pacientes con enfermedad renal crónica estadio 5 en diálisis, podría ser útil para mantener los niveles de protección. Es necesario realizar estudios más grandes para establecer la necesidad de contar con puntos de corte de protección, y establecer los riesgos de infección, pudiendo ser útiles para determinar los refuerzos de vacunas Anti-COVID 19, en los pacientes en diálisis

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. López MGF, Tarazona AS, Cruz-Vargas JA. Distribución regional de mortalidad por Covid-19 en Perú. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*. 2021;21(2):326-34.
2. Herrera-Añazco P, Rabanal CL, Benites-Zapata VA. Are the Latin American recommendations for the management of patients infected with COVID -19 on hemodialysis realistic in health systems with limited resources? *J Bras Nefrol* [Internet]. 2020 [citado 30 de septiembre de 2024];42(4):502-3. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7860646/>
3. Cohen DE, Sibbel S, Marlowe G, Bludorn K, Miller D, Kelley T, et al. Antibody Status, Disease History, and Incidence of SARS-CoV-2 Infection Among Patients on Chronic Dialysis. *J Am Soc Nephrol*. agosto de 2021;32(8):1880-6.
4. Pio-Abreu A, Do Nascimento MM, Vieira MA, De Menezes Neves PDM, Lugon JR, Sesso R. High mortality of CKD patients on hemodialysis with Covid-19 in Brazil. *J Nephrol* [Internet]. octubre de 2020 [citado 30 de septiembre de 2024];33(5):875-7. Disponible en: <https://link.springer.com/10.1007/s40620-020-00823-z>
5. Sánchez-Álvarez JE, Fontán MP, Martín CJ, Pelicano MB, Reina CJC, Prieto ÁMS, et al. Status of SARS-CoV-2 infection in patients on renal replacement therapy. Report of the COVID-19 Registry of the Spanish Society of Nephrology (SEN). *Nefrología (English Edition)* [Internet]. 2020 [citado 30 de septiembre de 2024];40(3):272-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S201325142030050X>
6. Hansen CH, Michlmayr D, Gubbels SM, Mølbak K, Ethelberg S. Assessment of protection against reinfection with SARS-CoV-2 among 4 million PCR-tested individuals in Denmark in 2020: a population-level observational study. *The lancet* [Internet]. 2021 [citado 30 de septiembre de 2024];397(10280):1204-12. Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(21\)00575-4/abstract](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(21)00575-4/abstract)
7. Arteaga-Müller GY, Olivo-Gutierrez M, Favela-Aragon KL, Hernández-Castillo PA, Esquivel-Gomez V, Camacho-Ortiz A. Prevalence of antibodies against SARS-CoV-2 in hemodialysis patients. *Int Urol Nephrol* [Internet]. febrero de 2022 [citado 30 de septiembre de 2024];54(2):457-8. Disponible en: <https://link.springer.com/10.1007/s11255-021-02852-4>
8. Reddy S, Chitturi C, Yee J. Vaccination in chronic kidney disease. *Advances in chronic kidney disease* [Internet]. 2019 [citado 30 de septiembre de 2024];26(1):72-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1548559518302155>
9. Hsu CM, Weiner DE. COVID-19 in dialysis patients: outlasting and outsmarting a pandemic. *Kidney international* [Internet]. 2020 [citado 30 de septiembre de 2024];98(6):1402-4. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0085253820312035>
10. Dan JM, Mateus J, Kato Y, Hastie KM, Yu ED, Faliti CE, et al. Immunological memory to SARS-CoV-2 assessed for up to 8 months after infection. *Science* [Internet]. 5 de febrero de 2021 [citado 30 de septiembre de 2024];371(6529):eabf4063. Disponible en: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abf4063>

11. Labriola L, Scohy A, Seghers F, Perlot Q, De Greef J, Desmet C, et al. A Longitudinal, 3-Month Serologic Assessment of SARS-CoV-2 Infections in a Belgian Hemodialysis Facility. *Clin J Am Soc Nephrol*. 7 de abril de 2021;16(4):613-4.
12. Wei J, Stoesser N, Matthews PC, Ayoubkhani D, Studley R, Bell I, et al. Antibody responses to SARS-CoV-2 vaccines in 45,965 adults from the general population of the United Kingdom. *Nat Microbiol*. septiembre de 2021;6(9):1140-9.
13. Lumley SF, O'Donnell D, Stoesser NE, Matthews PC, Howarth A, Hatch SB, et al. Antibody Status and Incidence of SARS-CoV-2 Infection in Health Care Workers. *N Engl J Med* [Internet]. 11 de febrero de 2021 [citado 30 de septiembre de 2024];384(6):533-40. Disponible en: <http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa2034545>
14. Banham GD, Godlee A, Faustini SE, Cunningham AF, Richter A, Harper L, et al. Hemodialysis Patients Make Long-Lived Antibodies against SARS-CoV-2 that May Be Associated with Reduced Reinfection. *JASN* [Internet]. 2 de agosto de 2021 [citado 9 de agosto de 2021]; Disponible en: <https://jasn.asnjournals.org/content/early/2021/08/02/ASN.2021020188>
15. Mansilla EC, Moreno RC, Suñé TP, Eguiluz GC, Mari JMN, Montemayor JCG, et al. Diagnóstico microbiológico de la infección por SARS-CoV-2. [citado 30 de septiembre de 2024]; Disponible en: [https://www.cofybcf.org.ar/src/img\\_up/13102021.2.pdf](https://www.cofybcf.org.ar/src/img_up/13102021.2.pdf)
16. Figueroa Montes LE. Anticuerpos neutralizantes, nuevas pruebas de laboratorio contra el SARS-CoV-2. *Acta Médica Peruana*. 2021;38(4):295-304.
17. Wang X. Firth logistic regression for rare variant association tests [Internet]. Vol. 5, *Frontiers in Genetics*. Frontiers Media SA; 2014 [citado 30 de septiembre de 2024]. p. 187. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fgene.2014.00187/full>
18. Venegas Justiniano JY. Perfil epidemiológico de los pacientes con enfermedad renal crónica estadio 5 en diálisis con infección COVID 19 en el Hospital Nacional Arzobispo Loayza abril- diciembre 2020. 2021 [citado 19 de junio de 2024]; Disponible en: <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/9714>
19. Anand S, Montez-Rath M, Han J, Bozeman J, Kerschmann R, Beyer P, et al. Prevalence of SARS-CoV-2 antibodies in a large nationwide sample of patients on dialysis in the USA: a cross-sectional study. *Lancet*. 24 de octubre de 2020;396(10259):1335-44.
20. Couchoud C, Bayer F, Ayav C, Béchade C, Brunet P, Chantrel F, et al. Low incidence of SARS-CoV-2, risk factors of mortality and the course of illness in the French national cohort of dialysis patients. *Kidney Int*. diciembre de 2020;98(6):1519-29.
21. Anand S, Montez-Rath ME, Han J, Garcia P, Cadden L, Hunsader P, et al. SARS-CoV-2 Vaccine Antibody Response and Breakthrough Infection in Patients Receiving Dialysis. *Ann Intern Med*. 15 de marzo de 2022;175(3):371-8.
22. 20. Ministerio de Sanidad [Internet]. Información sobre la inmunidad frente a COVID-19. Actualización, 15 de octubre 2021. [https://www.sanidad.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/20211015\\_INMUNIDAD\\_y\\_VACUNAS.pdf](https://www.sanidad.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/20211015_INMUNIDAD_y_VACUNAS.pdf). - [Internet]. [citado 20 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.google.com/search?q=20.%09Ministerio+de+Sanidad+%5BInternet%5D.+Inf>

ormaci% C3% B3n+sobre+la+inmunidad+frente+a+COVID-19.+Actualizaci% C3% B3n% 2C+15+de+octubre+2021.+https% 3A% 2F% 2Fwww.sanidad.gob.es% 2Fprofesionales% 2FsaludPublica% 2Fccayes% 2FalertasActual% 2FnCov% 2F% 0D% 0Adocumentos% 2F20211015\_INMUNIDAD\_y\_VACUNAS.pdf.% 0D% 0A&sca\_esv=3c5a63cb555f7a0a&sxsrf=ADLYWIJXPnlxn4psHepT8eCi2otLt0IFdQ% 3A1718931572429&ei=dNB0ZunzGeXe5OUPs8Sx0Ak&ved=0ahUKEwjp\_ZGOv-uGAxVIL7kGHTNiDJoQ4dUDCBE&uact=5&oq=20.% 09Ministerio+de+Sanidad+% 5BInternet% 5D.+Informaci% C3% B3n+sobre+la+inmunidad+frente+a+COVID-19.+Actualizaci% C3% B3n% 2C+15+de+octubre+2021.+https% 3A% 2F% 2Fwww.sanidad.gob.es% 2Fprofesionales% 2FsaludPublica% 2Fccayes% 2FalertasActual% 2FnCov% 2F% 0D% 0Adocumentos% 2F20211015\_INMUNIDAD\_y\_VACUNAS.pdf.% 0D% 0A&gs\_lp=Egxnd3Mtd2l6LXNlcnAi-wEyMC4JTWluaXN0ZXJpbyBkZSBTYW5pZGFkIFtJbnRlcm5ldF0uIEluZm9ybWFjacOzbiBzb2JyZSBsYSBpbm11bmlkYWQgZnJlbnRIIGegQ09WSUQtMTkuIEFjdHVhbGl6YWNpw7NuLCAxNSBkZSBvY3R1YnJlIDlwMjEuIGh0dHBzOi8vd3d3LnNhbmklYWQuZ29iLmVzL3Byb2Zlc2lvbmFsZXMvc2FsdWRQdWJsaWNhL2NjYXllcy9hbGVydGFzQWN0dWFsL25Db3YvCmRvY3VtZW50b3MvMjAyMTEwMTVfSU5NVU5JREFEX3lfVkFDVU5BUy5wZGYuCkgAUABYAHAAeACQAQCYAQCgAQCqAQC4AQPIAQD4AQL4AQGYAgCgAgCYAwCSBwCgBwA&scient=gws-wiz-serp

23. Duration of protective immunity following COVID-19 vaccination | HIQA [Internet]. [citado 19 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.hiqa.ie/reports-and-publications/health-technology-assessment/duration-protective-immunity-following-covid>