

# Glomeruloesclerosis focal y segmentaria post vacuna COVID-19

## Focal and segmental glomerulosclerosis post COVID-19 vaccine

Luis Arellan-Bravo <sup>1,2,a</sup>, Robert León-Gonzales <sup>1,2,b</sup>, Sarai G. Chávez-Bustamante <sup>1,c</sup>, Katterine Jhanet Cerrón Ventocilla <sup>1,d</sup>, Carmen Asato-Higa <sup>3,e</sup>

<sup>1</sup> Escuela Académico Profesional de Medicina Humana, Universidad Continental. Huancayo, Perú.

<sup>2</sup> Seguro Social de Salud EsSalud. Hospital Nacional Ramiro Prialé Prialé. Huancayo, Perú.

<sup>3</sup> Patólogas AS SAC. Lima, Perú.

<sup>a</sup> Médico, magister en gestión pública y privada de la salud. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2390-1795>

<sup>b</sup> Médico nefrólogo, magister en gestión. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1204-6909>

<sup>c</sup> Estudiante de medicina. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8268-9424>

<sup>d</sup> Estudiante de medicina. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2905-3739>

<sup>e</sup> Médico anatómo-patólogo. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8274-8893>

An Fac med. 2023;84(3):307-310./ DOI: <https://doi.org/10.15381/anales.v84i3.25296>

### Correspondencia:

Luis Arellan Bravo

[larellan@continental.edu.pe](mailto:larellan@continental.edu.pe)

Recibido: 9 de mayo 2023

Aprobado: 26 de julio 2023

Publicación en línea: 28 de septiembre 2023

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés

Fuente de financiamiento: Autofinanciado

Contribuciones de los autores: LAB participó en la concepción y diseño del manuscrito, recolección y análisis de los datos. RLG participó en la concepción y diseño del manuscrito, recolección y análisis de los datos. SCB participó en análisis de los datos. KCV participó en análisis de los datos. CAH participó en análisis de los datos.

Citar como: Arellan-Bravo L, León-Gonzales R, Chavez-Bustamante S, Cerrón K, Asato-Higa C. Glomeruloesclerosis focal y segmentaria post vacuna COVID-19. An Fac med. 2023; 84(3):307-310. DOI: <https://doi.org/10.15381/anales.v84i3.25296>

### Resumen

La vacuna contra el SARS-CoV-2 ha demostrado eficacia comprobada para el control de la enfermedad, sin embargo, aún se encuentra en estudio los efectos adversos no comunes debido a esta terapia, algunos de tipo renal. Se plantea que una respuesta inmunológica no adecuada podría ser la causa de enfermedades glomerulares asociada a la vacunación. Se reporta el caso de una paciente de 26 años, sin antecedentes de importancia, recibió la inmunidad por la vacuna de SARS-CoV-2 (Sinopharm), posterior a ello inició con proteinuria en rango nefrótico (proteinuria: 24gr en 24 horas), además tuvo albúmina de 2,36 mg/dL y tuvo prueba COVID-19 negativo. Se le realizó biopsia renal con guía ecográfica, con resultado anatómo-patológico de glomeruloesclerosis focal y segmentaria, variante de punta, observándose 17 glomérulos. La paciente fue hospitalizada y recibió inmunosupresión con pulsos de metilprednisolona, prednisona vía oral (1mg/kg/día), atorvastatina (20mg/día), antiagregación plaquetaria con AAS (100mg/día), omeprazol (20mg/día) y profilaxis con trimetoprima-sulfametoxazol. Dos semanas después, la paciente, tuvo una baja de peso (10 kg) y los edemas disminuyeron notoriamente. Cuatro semanas de iniciar el tratamiento, presentó proteinuria < 500 mg/día, la cual al momento se encuentra en valores normales. Es posible el desarrollo de una glomeruloesclerosis focal y segmentaria de novo, tras la administración de la vacuna contra el SARS-CoV-2, y que respondió al uso de corticoides.

Palabras clave: Vacunas contra la COVID-19; Glomerulonefritis; Perú (fuente: DECS BIREME)

### Abstract

The vaccine against SARS-CoV-2 has demonstrated proven efficacy to control the disease, rare adverse effects due to this therapy are still being studied, some of them renal. It is suggested that an inadequate immune response could be the cause of glomerular diseases associated with vaccination. We describe a 26-year-old patient, with no significant history, received immunity from the SARS-CoV-2 vaccine (Sinopharm), after which he began with proteinuria in the nephrotic range. Proteinuria: 24g in 24 hours. Albumin: 2.36 mg/dl. COVID-19 test negative. Renal biopsy was performed with ultrasound guidance, with anatomopathological result of Focal and Segmental Glomerulosclerosis, tip variant, observing 17 glomeruli. The patient was hospitalized and received immunosuppression with pulses of methylprednisolone, oral prednisone 1mg/kg/day, atorvastatin 20mg/day, antiplatelet therapy with ASA 100mg/day, omeprazole 20mg/day, and trimethoprim-sulfamethoxazole prophylaxis. Two weeks later, the patient had a weight loss (10 kg), the edemas decreased significantly. Four weeks after starting treatment, she presented proteinuria <500 mg/day, which at the moment is within normal values. The development of de Novo focal segmental glomerulosclerosis is possible, after administration of the SARS-CoV-2 vaccine, and that responds to the use of corticosteroids.

Keywords: Vaccines against COVID-19; Glomerulonephritis; Peru (Source: MeSH NLM).

## INTRODUCCIÓN

Desde el 2019, cuando inició el brote de la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19), las infecciones a nivel mundial se han incrementado hasta más de 242 millones, llegando a causar más de 5 millones de muertes<sup>(1)</sup>. Debido a esta enfermedad, se impusieron diversas medidas como: uso de máscaras, trabajo remoto, aislamiento, cuarentenas; sin embargo, la medida más eficiente fue vacunación.

Para lograr la vacunación, diversos laboratorios trabajaron para el desarrollo de esta tecnología sanitaria. Se lograron nueve vacunas líderes fabricadas por Pfizer, BioNTech, Moderna, Gamaleya, Novavax, Oxford, Aztra Zeneca, Sinopharm, Bharat BioNTech, Johnson & Johnson y Sinovac; estas se basaron principalmente en el uso como antígeno de la glicoproteína S. A pesar del diverso número de vacunas, hay preocupación por el desarrollo de nuevas mutaciones de dicho virus. Además, que se han descrito diversos efectos adversos asociados a la vacunación como dolor en el lugar de inyección, fatiga, dolor de cabeza<sup>(2,3)</sup>.

También se ha encontrado —con menor frecuencia— complicaciones renales, las más importantes incluyen: necrosis tubular aguda, efecto directo del virus en el riñón; mecanismos de invasión celular, esto asociado a la expresión de ECA-2<sup>(3)</sup>. Al parecer, este aumento en la relación ECA/ECA-2 también jugaría un rol en la infección por COVID-19 generando peores resultados en el desenlace de los pacientes, esto también se evidencia en patologías como la hipertensión, cardiopatía isquémica, insuficiencia renal crónica e insuficiencia cardíaca<sup>(4)</sup>.

Entre las complicaciones asociadas a la vacunación, se ha encontrado nefritis tubulointersticial aguda<sup>(5)</sup> y enfermedad de cambios mínimos<sup>(6)</sup>. En Italia, se encontraron 17 casos de nefropatías de nueva aparición asociada a la vacunación contra el SARS-CoV-2, entre las cuales 5 fueron enfermedad de cambios mínimos, 3 nefropatía intersticial aguda, 3 nefropatía membranosa, 2 nefropatía por IgA y los 4 restantes otros tipos de glomerulopatías, esta es una de las series más grandes reportadas<sup>(7)</sup>. Además en Argentina,

se han reportado 4 casos de aparición o recurrencia de *novo* de glomerulopatías asociadas a la vacunación frente al COVID-19, 2 nefropatías por IgA, 1 glomerulonefritis membranoproliferativa y 1 paciente con recurrencia de enfermedad de cambios mínimo<sup>(8)</sup>.

El presente caso es el primer reporte en el Perú de una glomerulopatía, específicamente la glomeruloesclerosis focal y segmentaria, la cual se desarrolló posvacunación contra el COVID-19. Para la publicación del presente reporte, se obtuvo el consentimiento informado de la paciente.

## REPORTE DE CASO

Se presenta el caso de una mujer de 26 años, personal de salud, con antecedente de hipotiroidismo primario. Ella presentó edema +++/+++ en miembros inferiores, a los dos días tras la aplicación de la vacuna contra el SARS-CoV2 (Sinopharm) que evolucionó a la anasarca. Asociado a ello, manifestó orina espumosa, malestar general y cefalea, por lo cual fue internada. Tuvo una proteinuria de 24 gramos en 24 horas, la albúmina sérica estuvo en 2,36 mg/dL, la prueba COVID-19 fue negativa (Tabla 1). Se estableció el diagnóstico de síndrome nefrótico y se procedió a realizar estudios para descartar etiología secundaria de glomerulopatía, tales como: ANA (anticuerpos antinucleares), ANCA (anticuerpos anti citoplasmáticos), complemento C3, complemento C4, perfil de hepatitis, perfil de sífilis, VIH, marcadores tumorales, todos fueron negativos.

Se le realizó una biopsia renal con guía ecográfica, los resultados anatomo-patológicos muestran 17 glomérulos, ninguno globalmente esclerosado. (Figura 1A), la mayoría de los glomérulos incrementados de tamaño, algunos con expansión mesangial leve, hay rigidez segmentaria de asas capilares e hiperplasia e hipertrofia de podocitos; dos glomérulos tenían esclerosis segmentaria, uno de ellos con protrusión y esclerosis segmentaria a nivel del polo urinario y otro a nivel perihilar. Los túbulos tuvieron degeneración turbia, cilindros hialinos (1+); hubo atrofia tubular leve focal, y túbulos dilatados con epitelio atenuado. El intersticio tenía infiltrado de

células linfomononucleares leve focal y fibrosis mínima. Los vasos sanguíneos no tenían alteraciones significativas (Figura 1B). En la inmunofluorescencia, IgG negativo, IgM 2/10 con depósitos, IgA, C3, C1q, Kappa, Lambda negativos.

La paciente fue hospitalizada y recibió inmunosupresión con pulsos de metilprednisolona 1 gramo diario por 3 días, prednisona vía oral (1 mg/kg/día) con una dosis total de 60 mg por día, atorvastatina (20 mg/día), antiagregación plaquetaria con AAS (100 mg/día), omeprazol (20mg/día) y profilaxis con trimetoprima-sulfametoxazol.

Dos semanas después, la paciente presentó un descenso de peso de 10 kg y los edemas disminuyeron notoriamente. Luego de cuatro semanas de iniciar el tratamiento, se evidenció un resultado de proteinuria menor de 500 mg/día, la paciente fue dada de alta, continuando sus controles por consultorio externo de nefrología; en el último control, a los tres meses, la paciente presentó control de proteinuria de 140 mg en 24 horas, estando controlada la enfermedad, continuando con prednisona 5mg cada 24 horas como corticoterapia.

## DISCUSIÓN

La vacuna Sinopharm es el resultado de la inactivación de una cepa de SARS-CoV-2, que pertenece a la clase de vacunas que utilizan parte del virus para activar el sistema inmunológico (vacuna con virus atenuado)<sup>(9)</sup> y es una de las primeras vacunas desarrolladas en el mundo y que llegó al Perú, para ser inoculada en el personal de primera línea. Las diferentes moléculas virales contenidas en la vacuna generaron una respuesta amplificadora de citoquinas que produjo una reacción inmune inadecuada tras la aplicación de la vacuna SARS-CoV-2, esto probablemente debido a factores predisponentes de la paciente para dicha respuesta<sup>(10)</sup>.

Este tipo de complicaciones renales asociada a la vacunación es poco frecuente, pero se ha encontrado la aparición del síndrome nefrótico por cambios mínimos, asociado a vacunación por virus de influenza<sup>(11)</sup> y por vacunación contra tétano-difteria y poliomielitis (vacunas con virus

**Tabla 1.** Resultados de laboratorio durante el internamiento.

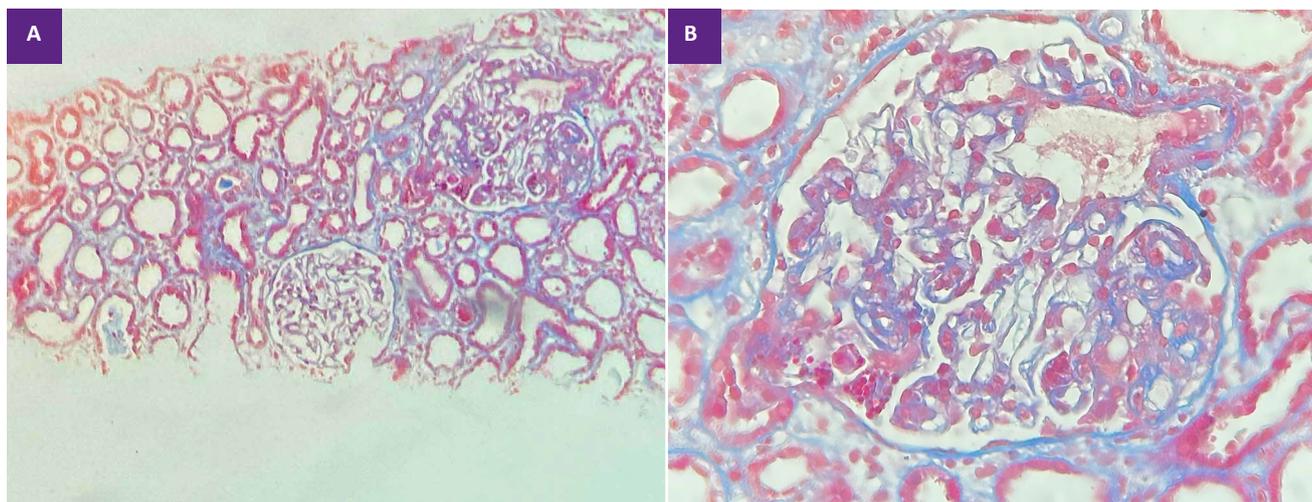
| Parámetros  | Basal pre-vacunación 1 mes antes | Al ingreso-post vacunación | A las 2 semanas | Al mes de tratamiento | Valores normales |
|---|----------------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------------|------------------|
| Leucocitos  | 10,1                             | 15,66                      | 8,2             | 8,4                   | 4- 10 x103/uL    |
| Hemoglobina   | 16,2                             | 16,7                       | 17,1            | 16,4                  | 12- 16 g/dL      |
| Plaquetas   | 320                              | 260                        | 255             | 320                   | 150- 450 x103/uL |
| Lactato deshidrogenasa (DHL)                              | 100                              | 128                        | 136             | -                     | 135- 214 IU/L    |
| Bilirrubina total   | 1,2                              | 1,0                        | 0,7             | 0,8                   | 0,1- 1 mg/dL     |
| Proteínas totales   | 6,09                             | 4,4                        | 4,2             | 4,6                   | 6,4- 8,7 g/dL    |
| Albumina sérica   | 3,8                              | 2,0                        | 1,97            | 2,6                   | 3- 5,5 g/dL      |
| TGO   | 14,2                             | 12,2                       | 12,4            | 15,2                  | 5- 32 IU/L       |
| TGP   | 18,1                             | 15,2                       | 19,4            | 18,4                  | 5- 33 IU/L       |
| Triglicéridos   | 220                              | 240                        | 272             | 202                   | <150 mg/dL       |
| Urea  | 40,1                             | 80,2                       | 92,3            | 60,2                  | 17- 60 mg/dL     |
| Creatinina  | 0,92                             | 0,95                       | 0,97            | 0,94                  | 0,6- 1,2 mg/dL   |
| Hepatitis B, C y VIH                                      | Negativo                         |                            |                 |                       |                  |
| ANA, Ac Anti-MBG, Anti-DNAs, ANCA, FR y crio globulinas a | Negativo                         |                            |                 |                       |                  |
| C3*   |                                  | 120                        |                 |                       | 88-201 mg/dL     |
| C4*   |                                  | 30,2                       |                 |                       | 15-45 mg/dL      |
| Proteinuria en 24 horas                                   | 0,2                              | 20                         | 24              | 0,5                   | < 0,3 g          |

\* ANA (Anticuerpo antinucleares). AC Anti-MBG (Anticuerpos antimembrana basal glomerular). Anti-DNAs (Anticuerpos anti-ADN de doble cadena). ANCA (Anticuerpos anticitoplasma de neutrófilos). FR: Factor Reumatoideo. C3: Complemento C3. C4: Complemento C4

atenuados)<sup>(12)</sup>. La glomeruloesclerosis focal y segmentaria (GEFS) es el patrón histológico más frecuente de las glomerulonefritis primarias en nuestro país<sup>(13)</sup> y a nivel mundial<sup>(14)</sup>, esta puede ser primaria a daño glomerular o secundaria a una enfermedad que la origine. La presentación

clínica habitual es con edemas, examen de orina anormal (albuminuria, hematuria y/o leucocituria, proteinuria significativa incluso en rango nefrótico) y disminución variable de la función renal<sup>(15)</sup>. En nuestro caso, la paciente presentó la clínica y el diagnóstico histológico de esta patología.

Hasta la fecha, la glomerulopatía de cambios mínimos es la enfermedad glomerular más frecuente relacionada con la vacunación contra el COVID-19<sup>(16)</sup> con vacunas de la marca Pfizer, AstraZeneca y Moderna. Estos datos fueron encontrados en Italia, 5 de los 17 casos presentaron esta glomerulopatía, y 2 necesi-



**Figura 1. A.** Se evidencia glomeruloesclerosis focal y segmentaria en varios glomerulos en todo el campo. Coloración: tricrómica de Masson. Aumento: 10x. **B.** Glomeruloesclerosis focal y segmentaria Coloración: tricrómica de Masson. Aumento: 100 x

taron hemodiálisis. Todos los pacientes recibieron inmunosupresión y corticoides como nuestro caso y recuperaron la función renal <sup>(7)</sup>.

Asimismo, en Argentina, Arias *et al.* <sup>(6)</sup> encontraron el caso de una paciente que presentó enfermedad de cambios mínimos, a las 48 horas de la vacunación con la marca AstraZeneca. Sin embargo, a diferencia de nuestro caso, esta paciente tuvo el antecedente de síndrome nefrótico en la infancia, pero hubo respuesta clínica favorable a las 4 semanas de iniciado el tratamiento con remisión completa de la proteinuria.

En España, un estudio reportó un caso de nefritis tubulointersticial aguda, el cual no respondió a tratamiento con pulsos de metilprednisolona, por lo que, al no haber recuperación renal requirió hemodiálisis. Este caso es uno de los que presentó mayor complicación renal posvacunación <sup>(5)</sup>. Recientemente, se han descrito casos de síndrome nefrítico con hematuria marcada, debido a nefropatía por IgA <sup>(17,18)</sup>, y debido a glomerulopatía proliferativa extra capilar con semi-lunas tras la vacunación contra SARS-CoV-2, los cuales requirieron inmunosupresión y plasmaféresis con respuesta favorable <sup>(19)</sup>.

La explicación de las glomerulopatías debido a la vacunación parece ser explicado en estudios previos donde las vacunas producen una respuesta inmunitaria mediada por células a través del reconocimiento de los linfocitos T CD8 <sup>(20)</sup>. Como muchas en glomerulopatías, las células T y células B, la respuesta inmune celular y humoral mediada por la vacuna ARNm (Pfizer, Moderna) causan el daño de los podocitos y la aparición de la enfermedad <sup>(21)</sup>. En el caso de la vacuna inactivada como la vacuna Sinopharm, la explicación estaría en una mayor función amplificadora de citoquinas, que desencadenaría el daño glomerular <sup>(10)</sup>.

Existen varios reportes de glomerulopatías después de la administración de vacunas de diversos fabricantes. Se espera

que este primer caso reportado en el Perú sea el inicio de más estudios en nuestro país con respecto a los mecanismos inmunes que puedan gatillar los antígenos de la vacuna. Es posible el desarrollo de una glomeruloesclerosis focal y segmentaria de *novo*, tras la administración de la vacuna contra el SARS-CoV-2, esta condición respondió al uso de corticoides.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akkiz H. The Biological Functions and Clinical Significance of SARS-CoV-2 Variants of Concern. *Front Med.* 2022; 9:849217. DOI: 10.3389/fmed.2022.849217
- Mohamed K, Rzymiski P, Islam MS, Makuku R, Mushtaq A, Khan A, *et al.* COVID-19 vaccinations: The unknowns, challenges, and hopes. *J Med Virol.* 2022;94(4):1336-49. DOI: 10.1002/jmv.27487
- Herrera Añazco P. SARS-CoV-2 y su efecto a nivel de tejido renal: Una revisión narrativa. *Acta Medica.* 2021;38(1):53-7. DOI: <https://doi.org/10.35663/amp.2021.381.1885>
- Vizcarra-Vizcarra CA. COVID-19 y enfermedad renal crónica: ¿qué debemos saber sobre la relación ECA/ECA-2? *Rev Soc Peru Med Interna.* 2020;33(4):155-60. DOI: <https://doi.org/10.36393/spmi.v33i4.563>
- De La Flor JC, Linares T, Alonso-Riaño M, Segura P, Albarracín C, Ruiz E, *et al.* Un caso de nefritis tubulointersticial aguda después de la vacunación con Pfizer-BioNTech COVID-19. *Nefrología.* 2022;42(5):617-20. DOI: 10.1016/j.nefro.2021.05.004
- Arias C, Pedro FPD, Caliva E, Fariás B, Iotti A, Rubio D. Glomerulonefritis por cambios mínimos post vacuna COVID-19 AstraZeneca. *Rev. nefrol. dial. traspl.* [Internet]. 2022 [citado el 29 de agosto 2023]; 42(1): 65-68. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2346-85482022000100065&lng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2346-85482022000100065&lng=es).
- Fenoglio R, Lalloni S, Marchisio M, Oddone V, De Simone E, Del Vecchio G, *et al.* New Onset Biopsy-Proven Nephropathies after COVID Vaccination. *Am J Nephrol.* 2022;53(4):325-30. DOI: 10.1159/000523962
- Fernández P, Alaye ML, Chiple MEG, Arteaga JD, Douthat W, Fuente JDL, *et al.* Glomerulopathies after vaccination against COVID-19. Four cases with three different vaccines in Argentina. *Nefrología.* 2021; S0211699521002058. DOI: 10.1016/j.nefro.2021.09.003
- Boualila L, Mrini B, Tagmouti A, El Moubarik N, Bencheikroun Belabbes M, Boutimzine N, *et al.* Sinopharm COVID-19 vaccine-induced Stevens-Johnson syndrome. *J Fr Ophthalmol.* 2022;45(4):

e179-82. DOI: 10.1016/j.jfo.2021.12.005.

- Pareja A, Luque J, Navarrete P, de León J, González J. Respuesta inmune humoral a cuatro vacunas contra el SARS-CoV-2 en profesionales de la salud. *Horiz. Med.* 2022; 22(2): e1937. DOI: <http://dx.doi.org/10.24265/horizmed.2022.v22n2.06>
- Clajus C, Spiegel J, Bröcker V, Chatzikyrkou C, Kielstein JT. Minimal change nephrotic syndrome in an 82-year-old patient following a tetanus-diphtheria-poliomyelitis-vaccination. *BMC Nephrol.* 2009;10(1):21. DOI: 10.1186/1471-2369-10-21
- López L, Portugal W, Huamán K, Obregón C. Efectividad de vacunas COVID-19 y riesgo de mortalidad en Perú: Un estudio poblacional de cohortes pareadas. *An Fac Med.* 2022;83(2):87-94. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/anales.v83i2.21531>
- Zegarra MEC, Sato JM, Higa CA, Umeres JS, Rivera JR, Aréstegui AH. Glomerulonefritis primarias: frecuencia de presentación en el período 1996 y 2005, en Lima, Perú. *Rev Soc Peru Med Interna.* 2005;18(1):15-21. DOI: <https://doi.org/10.36393/spmi.v18i1.247>
- Swaminathan S, Leung N, Lager DJ, Melton LJ, Bergstralh EJ, Rohlinger A, *et al.* Changing Incidence of Glomerular Disease in Olmsted County, Minnesota: A 30-Year Renal Biopsy Study. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2006;1(3):483-7. DOI: 10.2215/CJN.00710805.
- Palacios AM, Asato C, Sumire J, Álvarez JH. Reporte de un caso: Glomeruloesclerosis focal y segmentaria con examen de orina normal. *Acta Médica.* 2012;29(4):202-3. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1728-59172012000400006&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172012000400006&lng=es).
- Klomjit N, Alexander MP, Fervenza FC, Zoghby Z, Garg A, Hogan MC, *et al.* COVID-19 Vaccination and Glomerulonephritis. *Kidney Int Rep.* 2021;6(12):2969-78. DOI: 10.1016/j.ekir.2021.09.008
- Perrin P, Bassand X, Benotmane I, Bouvier N. Gross hematuria following SARS-CoV-2 vaccination in patients with IgA nephropathy. *Kidney Int.* 2021;100(2):466-8. DOI: 10.1016/j.kint.2021.05.022.
- Rahim SEG, Lin JT, Wang JC. A case of gross hematuria and IgA nephropathy flare-up following SARS-CoV-2 vaccination. *Kidney Int.* 2021;100(1):238. DOI: 10.1016/j.kint.2021.04.024.
- Tan HZ, Tan RY, Choo JCJ, Lim CC, Tan CS, Loh AHL, *et al.* Is COVID-19 vaccination unmasking glomerulonephritis? *Kidney Int.* 2021;100(2):469-71. DOI: 10.1016/j.kint.2021.05.009
- Xu S, Yang K, Li R, Zhang L. mRNA Vaccine Era—Mechanisms, Drug Platform and Clinical Prospection. *Int J Mol Sci.* 2020; 21(18):6582. DOI: 10.3390/ijms21186582.
- Sahin U, Muik A, Derhovanessian E, Vogler I, Kranz LM, Vormehr M, *et al.* COVID-19 vaccine BNT162b1 elicits human antibody and TH1 T cell responses. *Nature.* 2020; 586(7830):594-9. DOI: 10.1038/s41586-020-2814-7.