



Artículo de investigación

## Concentraciones séricas de potasio en preeclámpticas y embarazadas sanas

Serum potassium concentrations in preeclampsia and healthy pregnant women

Eduardo Reyna-Villasmil MD<sup>a</sup>  
Martha Rondón-Tapia MD<sup>b</sup>  
Duly Torres-Cepeda MD<sup>c</sup>  
Jorly Mejía-Montilla MD<sup>d</sup>  
Nadia Reyna-Villasmil MD<sup>d</sup>  
Andreina Fernández-Ramírez MD<sup>d</sup>  
Elisabeth La Rotta-Nuñez MD<sup>e</sup>

<sup>a</sup> Dr. en Ciencias Médicas, Servicio de Obstetricia y Ginecología. Hospital Central "Dr. Urquinaona", Maracaibo, Venezuela.

<sup>b</sup> Esp. en Ginecología y Obstetricia. Adjunto al servicio de Obstetricia y Ginecología. Hospital Central "Dr. Urquinaona". Maracaibo, Venezuela.

<sup>c</sup> Dra. en Ciencias Médicas. Adjunto del Servicio de Obstetricia y Ginecología. Hospital Central "Dr. Urquinaona". Maracaibo, Venezuela.

<sup>d</sup> Dra. en Medicina Clínica, Facultad de Medicina, La Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

<sup>e</sup> Esp. en Obstetricia y Ginecología, Sanitas Medical Center, Coral Springs, Florida, Estados Unidos.

### RESUMEN

**Objetivo:** algunas investigaciones han propuesto que las alteraciones de las concentraciones séricas de potasio pueden contribuir a la aparición de hipertensión y a las alteraciones renales descritas en el síndrome de hipertensión inducida por el embarazo. **Objetivo:** comparar las concentraciones séricas de potasio en pacientes preeclámpticas y embarazadas normotensas sanas. **Materiales y métodos:** estudio de casos y controles entre enero 2014 y junio 2021 atendidas en el Hospital Central "Dr. Urquinaona", Maracaibo, Venezuela. Se seleccionó un grupo con diagnóstico de preeclampsia (grupo A, casos) y otro control con embarazadas cuya edad materna e índice de masa corporal era similar al grupo de estudio (grupo B, controles). Se evaluaron las características demográficas, parámetros de laboratorio y concentraciones séricas de potasio. **Resultados:** se incluyeron un total de 515 embarazadas de las cuales 257 fueron asignadas al grupo A y 258 al B. Las del grupo A presentaron concentraciones séricas de potasio más bajas que las del B ( $p < 0,0001$ ), cuyos valores solo se correlacionaron con los de creatinina sérica en el grupo de casos ( $p = 0,023$ ). No se encontraron correlaciones significativas con los valores de presión arterial ( $p = ns$ ). **Conclusión:** las pacientes preeclámpticas presentan menores concentraciones séricas significativas de potasio en comparación con las embarazadas normales.

**Palabras clave:** potasio sérico, preeclampsia, embarazo, electrolitos.

© 2023 Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud - FUCS.

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

**Historia del artículo:**

Fecha recibido: agosto 25 de 2022  
Fecha aceptado: noviembre 3 de 2023

**Autor para correspondencia:**

Dr. Edgard G. Ordóñez:  
egordonez@fucs.salud.edu.co

**DOI**

10.31260/RepertMedCir.01217372.1421

Citar este artículo así: Reyna-Villasmil E, Rondón-Tapia M, Mejía-Montilla J, Reyna-Villasmil N, Fernández-Ramírez A, La Rotta-Nuñez E. Concentraciones séricas de potasio en preeclámpticas y embarazadas sanas. Repert Med Cir. <https://doi.org/10.31260/Repert Med Cir.01217372.1421>

## ABSTRACT

*Objective:* some research studies have proposed that the alterations in serum potassium concentrations may contribute to the onset of hypertension and renal disorders described in pregnancy-induced hypertension syndrome. *Objective:* to compare serum potassium concentrations in preeclamptic and normotensive pregnant women. *Materials and methods:* this was a case-control study conducted in pregnant women attending Hospital Central “Dr. Urquinaona”, Maracaibo, Venezuela, between January 2014 and June 2021. A case group of patients diagnosed with preeclampsia (group A), as well as a control group including pregnant women with similar maternal age and body mass index to the study group (group B), were recruited into the study. Demographic characteristics, laboratory parameters and serum potassium concentrations were analyzed. *Results:* a total number of 515 pregnant women were included, of which 257 were assigned to group A and 258 to group B. Those in group A presented lower serum potassium concentrations than those in group B ( $p < 0.0001$ ), whose values were only correlated with serum creatinine values in the case group ( $p = 0.023$ ). No significant correlations were found with blood pressure values ( $p = ns$ ). *Conclusion:* there are significantly reduced potassium concentrations in preeclamptics, compared to normal pregnant women.

*Keywords:* serum potassium, preeclampsia, pregnancy, electrolytes.

© 2023 Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud - FUCS.

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## INTRODUCCIÓN

La preeclampsia se caracteriza por hipertensión y proteinuria después de las 20 semanas de embarazo, afecta cerca de 10% de todos los embarazos.<sup>1</sup> Es la segunda causa de muerte materna con una tasa de 50.000 a 60.000 muertes por año, que ha ido en aumento en las dos últimas décadas.<sup>2</sup> Su etiopatogenia aún es desconocida, pero varios mecanismos han sido propuestos. La teoría más aceptada es la invasión defectuosa de las arterias espirales por el trofoblasto, lo que da lugar a vasos de pequeño calibre con alta resistencia al flujo.<sup>3,4</sup>

La diferencia de potencial de electrolitos (en especial entre el sodio y el potasio) causa cambios en el transporte a través de la membrana celular, que pueden llevar a alteraciones en la respuesta normal de los vasos. Los cambios en las concentraciones séricas de electrolitos pueden ser fundamentales en la patogénesis de la preeclampsia.<sup>5</sup> El potasio, principal catión intracelular, contribuye a la función normal de las células del músculo liso vascular y es considerado como un factor menor en la patogénesis de la hipertensión en la población general. Sin embargo, la evidencia indica que el déficit de potasio tiene un papel crítico en el comportamiento del sistema cardiovascular y sus complicaciones.<sup>6</sup>

Algunos autores han propuesto que las variaciones séricas de potasio pueden contribuir a la hipertensión y a los cambios renales observados en la preeclampsia.<sup>7</sup> Sin embargo, otros estudios no han demostrado asociación significativa entre las cifras séricas de este electrolito y la aparición del síndrome.<sup>8</sup> En vista de las discrepancias entre los diferentes estudios, el objetivo de esta investigación fue comparar las concentraciones séricas de potasio en pacientes preeclámpticas y embarazadas normotensas sanas.

## MÉTODOS Y MATERIALES

Se realizó un estudio de casos y controles entre enero 2014 y junio 2022 que incluyó mujeres con embarazos simples que fueron atendidas en el Hospital Central “Dr. Urquinaona”, Maracaibo, Venezuela. La investigación fue aprobada por el comité de ética e investigación del hospital y se obtuvo consentimiento escrito de todas las pacientes. Se seleccionó un grupo de embarazadas con diagnóstico de preeclampsia que fueron designadas como casos (grupo A), en forma aleatoria y consecutiva, para compararlo con el grupo de control de embarazadas con edad materna e índice de masa corporal al momento de la selección similar al del estudio (grupo B).

La preeclampsia fue definida como presión arterial sistólica de 140 mm Hg o más, diastólica de 90 mm Hg o más, confirmada por lo menos con 6 horas de diferencia; la proteinuria se definió como 300 mg o más en una muestra de 24 horas. La presión arterial se midió en posición sentada después de 15 minutos de reposo usando un esfigmomanómetro de mercurio estándar con manguito de 14 centímetros. Tanto la presión arterial sistólica como la diastólica (tomada en relación con el quinto ruido de Korotkoff) se registraron con la cifra a 2 mm de Hg más cercana. El método palpatorio se utilizó para verificar las lecturas auscultatorias de la sistólica, y tanto la sistólica como la diastólica fueron calculadas del promedio de cada brazo. Se excluyeron a las embarazadas con diagnóstico de polihidramnios, hemorragia de la segunda mitad del embarazo, sospecha de restricción del crecimiento intrauterino del feto, síndrome de HELLP, alteraciones de la frecuencia cardíaca fetal, embarazos múltiples, presencia de infección intrauterina o materna activa, enfermedad hipertensiva crónica (hipertensión antes de las 20 semanas

de embarazo), patologías renales preexistentes (creatinina mayor de 1,3 mg/dL) y quienes fueron tratadas con fármacos que pudieran interferir con las concentraciones séricas de potasio (por ejemplo, agonistas  $\beta$ 2-adrenérgicos y antiinflamatorios no esteroideos). También fueron excluidas las embarazadas con antecedentes de diarrea y/o vómitos en las 72 horas previas al ingreso, aquellas en quienes no se pudieron obtener muestras o resultados completos del análisis sanguíneo y las que se negaron a participar en la investigación.

Para los análisis de laboratorio fueron recolectados 10 mL de sangre de la vena antecubital en las pacientes de ambos grupos, tomando precauciones asépticas para realizar la única determinación al momento del ingreso y antes de la atención del parto e inicio de cualquier tratamiento médico. Las muestras se colocaron en un tubo de vidrio seco, estéril y fueron almacenadas a temperatura ambiente y protegidas de la luz ultravioleta. Después se centrifugaron a 1600 rpm por 10 minutos, separadas en alícuotas y almacenadas a  $-70^{\circ}$  C hasta el momento del análisis.

Las mediciones de hemoglobina y plaquetas fueron realizadas utilizando un analizador cuantitativo automático de hematología LH75 (Beckman Coulter Inc®, EE.UU.). Las concentraciones séricas de ácido úrico y creatinina se practicaron por espectrofotometría con un kit comercial (DiaSys Diagnostic Systems®, Alemania) con una sensibilidad de 0,01 mg/dL. La proteinuria se midió en la muestra de orina de 24 h que se almacenó a  $-20^{\circ}$ C. Los valores se establecieron por medio de una prueba turbidimétrica (Raichem®, EE.UU.). Los coeficientes de variación inter e intraensayo fueron menores del 5 y 7%, respectivamente. Las concentraciones de aspartato aminotransferasa y alanino aminotransferasa fueron medidas por espectofotometría usando kits comerciales (DiaSys Diagnostic Systems®, Alemania) con sensibilidad de 4 UI/L y 2 UI/L. Los valores séricos de potasio fueron cuantificados por turbidimetría utilizando un kit comercial (Stanbio Lab, EE.UU.) y los coeficientes de variación inter e intraensayo fueron menores de 3%.

Los datos cuantitativos de la investigación se presentan como valores promedios  $\pm$  desviación estándar, mientras que los datos cualitativos como porcentajes. La distribución normal de los datos fue verificada antes del análisis estadístico utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las comparaciones de las variables continuas distribuidas normalmente entre los dos grupos fue realizada utilizando la prueba t de Student para muestras no relacionadas, mientras que la prueba U de Mann-Whitney se empleó para aquellas variables con distribución diferente a la normal. La prueba *Chi*-cuadrado fue utilizada para comparar las variables cualitativas. La de Pearson o Spearman, dependiendo de la distribución de los datos, fueron usadas para establecer la correlación de las concentraciones séricas de potasio con los valores de presión arterial y parámetros de laboratorio. El valor de corte óptimo de potasio sérico para discriminar entre los grupos de casos y controles se realizó por el análisis del área bajo la curva de la función operador-respuesta como la suma máxima de sensibilidad y especificidad para una prueba significativa. La sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo se calcularon para el mejor valor de corte. Se consideró  $p < 0,05$  como estadísticamente significativo.

## RESULTADOS

Se incluyeron 515 embarazadas de las cuales 257 con preeclampsia (grupo A) y 258 como controles (grupo B). En la **tabla 1** se muestran las características de ambos grupos. No se encontraron diferencias significativas al comparar edad materna y gestacional al momento del diagnóstico e índice de masa corporal ( $p = ns$ ); no obstante, las pacientes del grupo A cursaron con valores significativos más elevados de presión arterial sistólica y diastólica, y peso del recién nacido al nacer ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 1.** Características generales

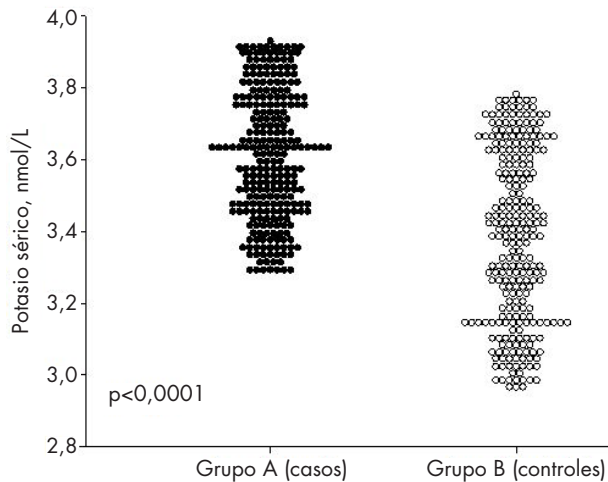
Promedio $\pm$ desviación estándar n = 515	GRUPO A (Casos) n =257	GRUPO B (Controles) n = 258	p
Edad materna, años	21,9 $\pm$ 2,4	22,2 $\pm$ 2,5	0,1654
Edad gestacional al momento del parto, en semanas	38,8 $\pm$ 1,0	38,9 $\pm$ 1,1	0,2810
Índice de masa corporal, k/m <sup>2</sup>	30,1 $\pm$ 1,2	29,9 $\pm$ 1,3	0,0703
Presión arterial sistólica, mm Hg	150,1 $\pm$ 12,6	104,6 $\pm$ 6,0	> 0,0001
Presión arterial diastólica, mm Hg	106,2 $\pm$ 8,2	74,5 $\pm$ 7,9	< 0,0001
Peso del recién nacido, en gramos	2936 $\pm$ 336	3645 $\pm$ 394	< 0,0001

Fuente: Los autores.

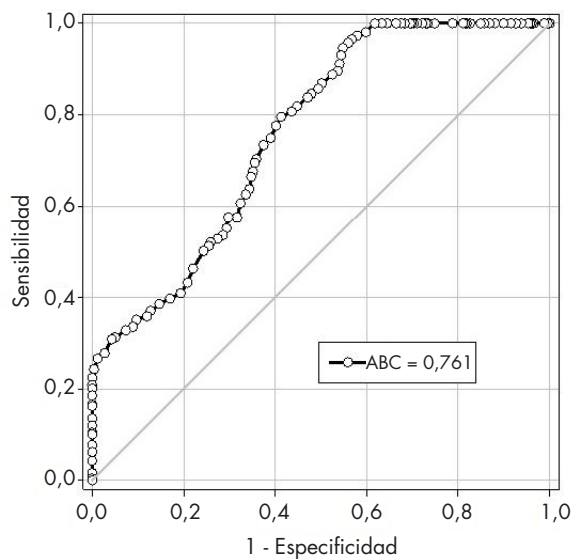
**Tabla 2.** Parámetros de laboratorio de los grupos

Promedio ± desviación estándar n = 515	GRUPO A (Casos) n =257	GRUPO B (Controles) n = 258	p
Hemoglobina, g/dL	11,1 ± 1,5	10,3 ± 1,3	< 0,0001
Plaquetas, x 103/mm3	174.080 ± 39.550	252.040 ± 30.210	< 0,0001
Aspartato aminotransferasa, UI/L	90,3 ± 29,1	22,6 ± 2,7	< 0,0001
Alanino aminotransferasa, UI/L	107,3 ± 34,7	27,9 ± 5,4	< 0,0001
Creatinina, mg/dL	1,16 ± 0,16	0,79 ± 0,05	< 0,0001
Ácido úrico, mg/dL	5,1 ± 0,6	3,4 ± 0,3	< 0,0001
Deshidrogenasa láctica, UI/L	524,2 ± 130,3	242,1 ± 76,3	< 0,0001
Proteinuria en 24 horas, gramos	3,94 ± 0,59	0,14 ± 0,02	< 0,0001
Potasio sérico, nmol/L	3,49 ± 0,24	3,61 ± 0,18	< 0,0001

Fuente: Los autores.



**Figura 1.** Concentraciones séricas de potasio en ambos grupos de estudio. Fuente: los autores.



**Figura 2.** Curva operador-respuesta para la capacidad discriminatoria de las concentraciones séricas de potasio en el diagnóstico de preeclampsia. Fuente: los autores.

La **tabla 2** muestra los valores de los parámetros de laboratorio de ambos grupos. Las del A presentaron valores más elevados de hemoglobina, aminotransferasas, creatinina, ácido úrico, deshidrogenasa láctica y proteinuria en 24 horas en comparación con el B ( $p < 0,0001$ ). Por otra parte, la concentración de plaquetas fue menor en el grupo de casos comparado con el grupo control ( $p < 0,0001$ ).

Las pacientes del grupo A tuvieron concentraciones séricas de potasio ( $3,49 \pm 0,24$  mmol/L) significativamente más bajas que las del grupo B ( $3,61 \pm 0,18$  mmol/L;  $p < 0,0001$ ) (**figura 1**). Estas diferencias continuaron siendo significativas al ajustar las concentraciones de acuerdo con las diferencias de los parámetros de laboratorio ( $p < 0,0001$ ). Al analizar el potasio en cada grupo se encontró que 165 pacientes (64,2%) del grupo A presentaron concentraciones séricas menores de 3,5 mmol/L, comparado con 81 embarazadas del grupo B ( $p < 0,0001$ ). Estos valores de potasio sérico solo se correlacionaron en forma débil, negativa y significativa con los de creatinina sérica en el grupo de casos ( $r = -0,142$ ;  $p = 0,023$ ). No se encontraron correlaciones con los valores de presión arterial sistólica a diastólica en el grupo A ( $p = ns$ ). Al analizar la capacidad discriminatoria de las concentraciones de potasio en el diagnóstico de preeclampsia (**figura 2**) se observó que la concentración sérica de 3,5 mmol/L tenía un valor bajo la curva de 0,761 (intervalo de confianza de 95% [IC95%], 0,721 - 0,801). La sensibilidad fue de 64,5% (IC95%, 58,5% - 79,1%), especificidad 69,5% (IC95%, 63,6% - 74,8%), valor predictivo positivo 67,9% (IC95%, 61,8% - 73,4%), valor predictivo negativo 66,2% (IC95%, 60,4% - 71,5%) y exactitud diagnóstica de 67,0% (IC95%, 62,8% - 70,9%). La relación de probabilidad positiva fue de 2,11 (IC95%, 1,72 - 2,59) y de probabilidad negativa de 0,51 (IC95%, 0,43 - 0,61).

## DISCUSIÓN

La determinación de los electrolitos séricos proporciona datos útiles sobre la fisiopatología en las preeclámpticas, ya que los cambios pueden ser tanto la causa como la consecuencia de las alteraciones vasculares y renales causadas por el síndrome.<sup>9</sup> Los resultados de la investigación demuestran valores menores de potasio sérico que los controles, aún después del ajuste de diferentes parámetros de laboratorio. Por otra parte, las cifras de potasio sérico menores de 3,5 mmol/L pueden ser útil en la discriminación de los casos y los controles.

La preeclampsia está caracterizada por acentuada retención de sodio y alteraciones en la concentración intravascular de líquidos y electrolitos, por lo general relacionadas con cambios en las membranas celulares. Una de las mejor documentadas incluye cambios en el manejo de los electrolitos y en especial del sodio, tanto a escala sistémica como intracelular.<sup>10</sup> Se ha propuesto que el síndrome produce alteraciones en la bomba sodio-potasio, sobre todo en las células musculares lisas vasculares, lo que llevaría a la aparición de hipertensión característica de la preeclampsia. Esta puede ser un signo de anormalidad en el transporte de sodio/potasio a través de la membrana celular del músculo liso vascular, responsable de la regulación de la presión arterial.<sup>11</sup> Del contenido corporal total de potasio en el ser humano 90% es intracelular, mientras que el sodio predomina en forma extracelular. Estas localizaciones preferentes dependen del transporte activo de la bomba de sodio, que desempeña un papel clave en la regulación de las concentraciones séricas de ambos electrolitos.<sup>12,13</sup> Durante el embarazo normal las cifras séricas de potasio permanecen dentro de límites aceptados, excepto por un ligero descenso en el segundo trimestre debido al aumento del volumen sanguíneo y de la concentración sérica de aldosterona y otros mineralocorticoides.<sup>14</sup>

La hipopotasemia (menor de 3,5 mmol/L) está asociada con aumento en el riesgo de mortalidad, debido a sus efectos sobre el ritmo cardíaco y presión arterial. En concentraciones menores de 1,5 mmol/L puede aumentar el riesgo de arritmia cardíaca, debilidad muscular grave y parálisis.<sup>15</sup> La ingesta dietética diaria recomendada para las embarazadas es de 4,7 gramos.<sup>16,17</sup> Las bajas concentraciones pueden deberse a disminución de la ingesta, redistribución celular (acidosis metabólica), farmacológica (mineralocorticoides, diuréticos y agonistas  $\beta$ 2-adrenérgicos), aumento de la actividad simpática, pérdida renal (aumento del flujo distal y excreción urinaria) y no renal (gastrointestinal).<sup>17</sup>

La asociación entre preeclampsia y los valores bajos de potasio ha sido poco evaluada. La disminución en las preeclámpticas encontrada en esta investigación coincide con estudios publicados.<sup>6,18-20</sup> Uno de ellos demostró disminución significativa de la concentración de potasio en las preeclámpticas en comparación con las

embarazadas normales.<sup>18</sup> Otra investigación confirmó que las concentraciones eran menores en las preeclámpticas que en las embarazadas sin complicaciones.<sup>19</sup> Por último otro reporte también demostró que las concentraciones de potasio eran más bajas en las preeclámpticas que en las embarazadas normotensas, proponiendo que la disminución de las concentraciones de potasio, junto con las de sodio, podría ser un factor causal del síndrome.<sup>20</sup>

Sin embargo, no todas las investigaciones han logrado las mismas conclusiones, el primer estudio que evaluó la asociación entre potasio y preeclampsia reveló que las embarazadas con hipertensión no presentaban diferencias significativas en las cifras de potasio comparadas con las embarazadas normotensas.<sup>21</sup> Otros autores demostraron que los valores de potasio eran similares entre preeclámpticas, embarazadas sanas y no sanas.<sup>9</sup> Estas diferencias pueden deberse a que las concentraciones séricas de potasio pueden variar en diferentes poblaciones y entornos.<sup>20</sup>

Este estudio también encontró que los valores séricos de potasio no presentaron correlación significativa con las cifras de presión arterial sistólica y diastólica en las preeclámpticas, contrario a lo reportado por una investigación anterior que demostró correlación negativa y significativa entre los valores de potasio y la presión arterial.<sup>6</sup> Un estudio previo en la población general halló una fuerte correlación entre las concentraciones de potasio y los valores de presión arterial,<sup>22</sup> mientras que otro encontró correlación negativa y significativa entre ambas variables en las preeclámpticas.<sup>6</sup> Estos hallazgos son reforzados por un estudio que analizó el consumo de una dieta alta en potasio, la cual causó baja retención de sodio y disminución de la presión arterial tanto en hipertensos como en no hipertensos.<sup>23</sup>

La disminución del potasio reduce la excreción de sodio renal, parece que por cambios en la reabsorción de sodio proximal o de asa, lo que resulta en una elevación de la presión arterial.<sup>24</sup> Por ejemplo, la mutación R563Q de la subunidad  $\beta$  del canal de sodio epitelial del túbulo distal y conducto colector renal (sitio final de regulación en el que se produce la reabsorción de sodio), causa hipertensión, concentraciones séricas bajas de renina y aldosterona y en algunos casos, hipopotasemia.<sup>25</sup> La reducción de potasio en las preeclámpticas puede deberse a anomalías en el transporte a través de la membrana de la célula muscular lisa vascular, que es responsable del mantenimiento de la presión arterial.<sup>5</sup> Los resultados de esta investigación demuestran que la determinación de la concentración sérica de potasio puede ser útil para ayudar al diagnóstico de preeclampsia. Sin embargo, aún es necesario conocer si la hipopotasemia predispone para el desarrollo del síndrome. La etiopatogenia de la preeclampsia es multifactorial, con algunos factores de riesgo conocidos. El papel que desempeña el potasio puede ser contributivo en especial en aquellos sujetos con factores predisponentes más que como un factor causal importante.<sup>9</sup> Este estudio tiene varias fortalezas, porque es el de mayor número muestral de pacientes además de los potenciales

factores de confusión que no fueron considerados antes. Es la primera investigación conocida que aporta información sobre la capacidad de discriminación de las concentraciones de potasio en el diagnóstico de preeclampsia. No obstante, también tiene limitaciones. No fue posible determinar el patrón de ingesta dietética de minerales, por lo que el impacto de este factor es desconocido. Por otra parte, la forma de selección de los sujetos para el estudio puede hacer difícil extrapolar los resultados a otros grupos de interés.

### CONCLUSIONES

Con base en los hallazgos de la investigación se puede concluir que las pacientes preeclámpicas presentan concentraciones séricas significativamente menores de potasio comparado con las embarazadas normales. Sin embargo, no tienen correlaciones significativas con los valores de presión arterial en las preeclámpicas.

### CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no declaran ningún conflicto de interés.

### FINANCIACIÓN

Ninguno.

### REFERENCIAS

- Chourdakis E, Oikonomou N, Fouzas S, Hahalis G, Karatza AA. Preeclampsia emerging as a risk factor of cardiovascular disease in women. *High Blood Press Cardiovasc Prev.* 2021;28(2):103-114. <https://doi.org/10.1007/s40292-020-00425-7>.
- Dines V, Kattah A. Hypertensive disorders of pregnancy. *Adv Chronic Kidney Dis.* 2020;27(6):531-539. <https://doi.org/10.1053/j.ackd.2020.05.006>.
- Chappell LC, Cluver CA, Kingdom J, Tong S. Pre-eclampsia. *Lancet.* 2021;398(10297):341-354. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32335-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32335-7).
- Murthi P, Brennecke SP. The placenta is the villain or victim in the pathogenesis of pre-eclampsia: FOR: The placenta is the villain in the pathogenesis of preeclampsia. *BJOG.* 2021;128(2):147. <https://doi.org/10.1111/1471-0528.16537>.
- Pastén V, Tapia-Castillo A, Fardella CE, Leiva A, Carvajal CA. Aldosterone and renin concentrations were abnormally elevated in a cohort of normotensive pregnant women. *Endocrine.* 2022;75(3):899-906. <https://doi.org/10.1007/s12020-021-02938-0>.
- Winarno GNA, Pribadi A, Maruli HJ, Achmad ED, Anwar R, Mose JC, Nisa AS, Trianasari N. Ratio of serum calcium to magnesium levels on pregnancy with and without preeclampsia. *Med Sci Monit.* 2021;27: e932032. <https://doi.org/10.12659/MSM.932032>.
- Lenin A, Vijayaselvi R, Rajan SJ, Rathore S, Abraham K, Yadav B, Satyendra S. The impact of secondary hypertension in pregnancy on maternal and fetal outcomes: A 42-month observational study from South India. *J Obstet Gynaecol India.* 2022;72(Suppl 1):139-145. <https://doi.org/10.1007/s13224-021-01576-w>.
- Kant S, Haldar P, Gupta A, Lohiya A. Serum calcium level among pregnant women and its association with pre-eclampsia and delivery outcomes: A cross-sectional study from North India. *Nepal J Epidemiol.* 2019;9(4):795-803. <https://doi.org/10.3126/nje.v9i4.23150>.
- Ajong AB, Kenfack B, Ali IM, Yakum MN, Telefo PB. Prevalence and correlates of low serum calcium in late pregnancy: A cross sectional study in the Nkongsamba Regional Hospital; Littoral Region of Cameroon. *PLoS One.* 2019;14(11): e0224855. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224855>.
- Di Leo V, Capaccio F, Gesualdo L. Preeclampsia and glomerulonephritis: A bidirectional association. *Curr Hypertens Rep.* 2020;22(5):36. <https://doi.org/10.1007/s11906-020-1033-9>.
- Vilallonga GD, de Almeida AG, Ribeiro KT, Campos SVA, Rodrigues AM. Hypothesized diprotomeric enzyme complex supported by stochastic modelling of palytoxin-induced Na/K pump channels. *R Soc Open Sci.* 2018;5(3):172155. <https://doi.org/10.1098/rsos.172155>.
- Lindinger MI, Cairns SP. Regulation of muscle potassium: exercise performance, fatigue and health implications. *Eur J Appl Physiol.* 2021;121(3):721-748. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04546-8>.
- Zhang L, Staehr C, Zeng F, Bouzinova EV, Matchkov VV. The Na, K-ATPase in vascular smooth muscle cells. *Curr Top Membr.* 2019; 83:151-175. <https://doi.org/10.1016/bs.ctm.2019.01.007>.
- Li Y, Wu X, Mao Y, Liu C, Wu Y, Tang J, Zhao K, Li P. Nitric oxide alleviated high salt-induced cardiomyocyte apoptosis and autophagy independent of blood pressure in rats. *Front Cell Dev Biol.* 2021; 9:646575. <https://doi.org/10.3389/fcell.2021.646575>.
- Frenkel A, Hassan L, Segal A, Israeli A, Binyamin Y, Zlotnik A, Novack V, Klein M. Estimation of potassium changes following potassium supplements in hypokalemic critically ill adult patients-A patient personalized practical treatment formula. *J Clin Med.* 2021;10(9):1986. <https://doi.org/10.3390/jcm10091986>.
- Coregliano-Ring L, Goia-Nishide K, Rangel ÉB. Hypokalemia in diabetes mellitus setting. *Medicina (Kaunas).* 2022;58(3):431. <https://doi.org/10.3390/medicina58030431>.
- Kardalas E, Paschou SA, Anagnostis P, Muscogiuri G, Siasos G, Vryonidou A. Hypokalemia: a clinical update. *Endocr Connect.* 2018;7(4): R135-R146. <https://doi.org/10.1530/EC-18-0109>.
- Sayyed A, Sonttake AN. Electrolyte Status in Preeclampsia. *Online Int Interdiscip Res J.* 2013;III(III):30-36.
- Sidahmed M, Abubaker N, Elfadil G. Serum total calcium, magnesium, sodium and potassium in sudanese women with preeclampsia. *Int J Adv Res.* 2017;5(2):2061-2066. <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/3378>.

20. Yussif M, Rahim S, Zbaar S, Marbut M. Estimation of serum zinc, sodium and potassium in normotensive and hypertensive primigravida pregnant women. *Tikrit Medical Journal*. 2009;15(1):13-18
21. Tominaga T, Ikeda K, Awazu M. Transient hypercalcemia followed by hypocalcemia in a preterm infant after maternal magnesium sulfate therapy. *Clin Pediatr Endocrinol*. 2022;31(2):77-80. <http://dx.doi.org/10.1297/cpe.2021-0061>.
22. Ziaei R, Askari G, Foshati S, Zolfaghari H, Clark CCT, Rouhani MH. Association between urinary potassium excretion and blood pressure: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *J Res Med Sci*. 2020;25:116. [http://dx.doi.org/10.4103/jrms.JRMS\\_167\\_20](http://dx.doi.org/10.4103/jrms.JRMS_167_20).
23. Wei KY, Gritter M, Vogt L, de Borst MH, Rotmans JI, Hoorn EJ. Dietary potassium and the kidney: lifesaving physiology. *Clin Kidney J*. 2020;13(6):952-968. <http://dx.doi.org/10.1093/ckj/sfaa157>.
24. Pickering RT, Bradlee ML, Singer MR, Moore LL. Higher Intakes of Potassium and Magnesium, but Not Lower Sodium, Reduce Cardiovascular Risk in the Framingham Offspring Study. *Nutrients*. 2021;13(1):269. <http://dx.doi.org/10.3390/nu13010269>.
25. Ngene NC, Daef G. Transient gestational hypertension and pre-eclampsia: Two case reports and literature review on the need for stringent monitoring. *S Afr Fam Pract (2004)*. 2021;63(1): e1-e6. <http://dx.doi.org/10.4102/safp.v63i1.5236>.

