

# Correlaciones clínicas de los niveles de lactato sérico en pacientes con preeclampsia con síntomas graves

## Clinical correlations of serum lactate levels in patients with preeclampsia with severe symptoms

Anderson Díaz-Pérez<sup>1,3</sup>. Tatiana Marcela Redondo Cantillo<sup>2</sup>. Sixta Mileydi Córdoba Ramos<sup>2</sup>,  
Hernando Franco Novella<sup>2</sup>

### RESUMEN

**Objetivo:** Analizar las correlaciones entre los niveles de lactato sérico y varios parámetros clínicos en pacientes con preeclampsia con síntomas graves.

**Metodología:** Estudio observacional, analítico, transversal y retrospectivo. Se incluyó una muestra de 100 pacientes diagnosticados con preeclampsia con síntomas graves, admitidos en la unidad de cuidados intensivos obstétricos de un hospital terciario durante un período de 12 meses. Los datos clínicos y paraclínicos se obtuvieron mediante la revisión de historias clínicas electrónicas. Las variables recolectadas incluyeron edad gestacional, presión arterial, niveles de plaquetas, LDH, PTT, PT, INR, fibrinógeno y lactato sérico. Se realizaron análisis descriptivos, correlación de Pearson y regresión

logística. **Resultado:** Los niveles elevados de lactato sérico se correlacionaron positivamente con el potasio, leucocitos, edad gestacional, INR y PaCO<sub>2</sub>, y negativamente con el hematocrito, PaO<sub>2</sub>, sodio y bicarbonato. La regresión logística indicó que el lactato elevado estaba significativamente asociado con un mayor riesgo de disfunción orgánica y síndrome HELLP. **Conclusión:** Los niveles de lactato sérico constituyen un biomarcador relevante para la evaluación de pacientes con preeclampsia con síntomas graves, asociados con un mayor riesgo de complicaciones graves. Estos hallazgos subrayan la importancia del monitoreo continuo del lactato sérico para mejorar el manejo clínico y los resultados en pacientes con preeclampsia con síntomas graves. Es crucial realizar investigaciones adicionales para validar estos hallazgos y desarrollar protocolos clínicos basados en evidencia.

**Palabras clave:** Preeclampsia con síntomas graves, lactato sérico, monitoreo clínico, biomarcadores, complicaciones maternas

DOI: <https://doi.org/10.47307/GMC.2024.132.4.8>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2448-0953><sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Simón Bolívar, Departamento de Ciencias Sociales y Humanas, Centro de Investigaciones en Ciencias de la Vida, Barranquilla, Colombia.

<sup>2</sup>Especialización Ginecología y Obstetricia. Facultad Ciencias de la Salud. Universidad Simón Bolívar. Barranquilla. Colombia

<sup>3</sup>Corporación Universitaria Rafael Núñez. Facultad Ciencias de la Salud. Programa de Medicina, Cartagena de Indias, Colombia  
E-mail: [ander2711@gmail.com](mailto:ander2711@gmail.com)

Recibido: 23 de agosto 2024  
Aceptado: 7 de octubre 2024

### SUMMARY

**Objective:** To analyze correlations between serum lactate levels and various clinical parameters in patients with severe preeclampsia. **Methodology:** Observational, analytical, cross-sectional, and retrospective study. A sample of 100 patients diagnosed with preeclampsia with severe symptoms, admitted to the obstetric intensive care unit of a tertiary hospital for 12 months, was included. Clinical and paraclinical data were obtained by reviewing electronic medical records. The variables collected included gestational

age, blood pressure, platelet levels, LDH, PTT, PT, INR, fibrinogen, and serum lactate. Descriptive analyses, Pearson correlation, and logistic regression were performed. **Results:** Elevated serum lactate levels were positively correlated with potassium, leukocytes, gestational age, INR, and PaCO<sub>2</sub> and negatively correlated with hematocrit, PaO<sub>2</sub>, sodium, and bicarbonate. Logistic regression indicated that elevated lactate was significantly associated with an increased risk of organ dysfunction and HELLP syndrome. **Conclusion:** Serum lactate levels are a relevant biomarker for the evaluation of patients with preeclampsia with severe symptoms associated with an increased risk of serious complications. These findings underscore the importance of continuous serum lactate monitoring to improve clinical management and outcomes in patients with preeclampsia with severe symptoms. Further research is crucial to validate these findings and develop evidence-based clinical protocols.

**Keywords:** Preeclampsia with severe symptoms, serum lactate, clinical monitoring, biomarkers, maternal complications

## INTRODUCCIÓN

La preeclampsia es una complicación hipertensiva del embarazo que afecta aproximadamente al 5 %-8 % de los embarazos y es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad materna y perinatal en todo el mundo (1). La preeclampsia con síntomas graves se caracteriza por una presión arterial significativamente elevada y la presencia de signos y síntomas de disfunción orgánica (2-4), que pueden incluir proteinuria, disfunción hepática, insuficiencia renal, trastornos de la coagulación y complicaciones neurológicas (5,6). El lactato sérico es un producto final del metabolismo anaeróbico y su acumulación puede indicar una inadecuada perfusión tisular y un metabolismo celular comprometido. En situaciones de estrés fisiológico y patológico, como la preeclampsia con síntomas graves, el organismo puede depender más del metabolismo anaeróbico debido a la hipoxia, resultando en niveles elevados de lactato, es por esto, que el lactato sérico es un biomarcador ampliamente utilizado en la medicina crítica para evaluar la hipoperfusión tisular y la disfunción orgánica (1,2,4). La preeclampsia con síntomas graves es una condición multifactorial que puede conducir a complicaciones maternas y fetales graves. La

hipoxia tisular y la disfunción orgánica son características clave de esta condición, y el lactato sérico actúa como un marcador sensitivo de estos estados críticos. En pacientes con preeclampsia con síntomas graves, el monitoreo del lactato sérico puede proporcionar información valiosa sobre el estado fisiológico y metabólico y facilitar la identificación temprana de complicaciones y guiar las intervenciones terapéuticas para mejorar los resultados clínicos (7).

Diversos estudios han evaluado las correlaciones entre los niveles de lactato sérico y otros parámetros clínicos en pacientes críticos. Por ejemplo, Duarte y col. y Bermúdez y Fonseca destacan la utilidad del lactato como marcador de hipoperfusión en pacientes críticamente enfermos, sugiriendo su relevancia en la evaluación y manejo de condiciones críticas (1,2). Andersen y col. también discuten la etiología y los enfoques terapéuticos para los niveles elevados de lactato, subrayando la importancia de comprender los mecanismos subyacentes para mejorar los resultados clínicos (4).

En el contexto de la preeclampsia con síntomas graves, estudios como los de Egan y Peña y de Maquilón y col. han explorado las complicaciones asociadas y la importancia de una evaluación integral de los biomarcadores para predecir y manejar estas complicaciones (5,6). Sallas y col. investigaron específicamente el uso del lactato como indicador de complicaciones maternas en pacientes con preeclampsia con síntomas graves, proporcionando evidencia adicional sobre su utilidad clínica (7).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha emitido recomendaciones para la prevención y el tratamiento de la preeclampsia y la eclampsia, subrayando la necesidad de un monitoreo continuo y una gestión proactiva de estas condiciones para mejorar los resultados maternos y fetales (8). Velumani también destaca la importancia de una evaluación temprana y continua de los biomarcadores para reducir la mortalidad asociada con la preeclampsia con síntomas graves (9). El objetivo del presente estudio es analizar las correlaciones entre los niveles de lactato sérico y varios parámetros clínicos en pacientes con preeclampsia con síntomas graves, con el fin de identificar biomarcadores predictivos de disfunción orgánica y complicaciones asociadas.

**METODOLOGÍA**

Se realizó un estudio observacional, analítico, transversal y retrospectivo, lo que implicó la recolección y análisis de datos de historias clínicas electrónicas en un único punto temporal, con previo consentimiento informado de las pacientes. Este enfoque permitió evaluar la prevalencia de los niveles de lactato sérico y su relación con diversos parámetros clínicos en pacientes con preeclampsia con síntomas graves. La población del estudio consistió en pacientes diagnosticadas con preeclampsia con síntomas graves que fueron admitidas en la unidad de cuidados intensivos obstétricos de un hospital terciario durante un período de 12 meses. La muestra del estudio incluyó un total de 100 pacientes que cumplían con los criterios de inclusión durante el periodo de estudio. Como criterios de inclusión se consideraron a pacientes embarazadas diagnosticadas con preeclampsia con síntomas graves, edad gestacional mayor a 20 semanas. Entre los criterios de exclusión se consideraron a pacientes con enfermedades crónicas preexistentes que podrían afectar los niveles de lactato (p.ej., diabetes mellitus, insuficiencia renal crónica) y pacientes con datos clínicos incompletos. Los datos clínicos y paraclínicos se recogieron mediante la revisión de historias clínicas electrónicas y registros médicos de las pacientes. Las variables recolectadas incluyeron edad gestacional, presión arterial sistólica y diastólica, niveles de plaquetas, lactato deshidrogenasa (LDH), tiempo de tromboplastina parcial (PTT, por sus siglas en inglés), tiempo

de protrombina (PT), índice internacional normalizado (INR), fibrinógeno y lactato sérico. Se realizaron análisis descriptivos para todas las variables. Las comparaciones entre los grupos se realizaron utilizando pruebas t de Student para variables continuas y pruebas de Chi-Cuadrado para variables categóricas. Las correlaciones se evaluaron mediante coeficientes de correlación de Pearson. Se realizó análisis de Regresión logística para identificar predictores de síndrome HELLP (H de “hemolysis”, EL de “elevated liver enzymes”, LP de “low platelet count”) y disfunción orgánica. Para el procesamiento de los datos se utilizaron los programas SPSS 22®, Statgraphics Centurion Plus® y Wizard 2®. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Simón Bolívar. Se garantizó la confidencialidad de los datos y se respetaron los principios éticos de beneficencia, no maleficencia, justicia y autonomía conforme a las regulaciones establecidas por la Declaración de Helsinki y las normas éticas nacionales para la investigación médica en seres humanos.

**RESULTADOS**

Durante el año 2023, se recolectaron datos de pacientes con preeclampsia con síntomas graves, en una institución. Un total de 100 pacientes cumplían con los criterios de inclusión. En el Cuadro 1 se muestran las características de los pacientes.

Cuadro 1. Diagrama de Flujo de la Población de estudio

✓ 120 pacientes ✓ Preeclampsia con síntomas graves	
✓ Pacientes excluidas: 20 paciente no cumplieron con los criterios de inclusión	
✓ 100 pacientes: Cumplieron con los criterios de inclusión	
<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
✓ Pacientes gestantes con diagnóstico de preeclampsia severa. ✓ Pacientes gestantes Hospitalizadas en la UCI obstétrica del Hospital Universitario San Jorge de Pereira durante el año 2023. ✓ Registro completo de niveles de lactato sérico al ingreso. ✓ Disponibilidad de información clínica completa en las historias médicas.	✓ Pacientes con hipertensión crónica sin preeclampsia sobreagregada. ✓ Pacientes con preeclampsia sin criterios de severidad. ✓ Pacientes embarazadas sin medición de lactato sérico. ✓ Pacientes con alteración previa de lactato sérico por patologías distintas a la preeclampsia.

En relación con las características clínicas básicas las pacientes con preeclampsia con síntomas graves presentaban una edad gestacional media de 33,5 semanas. La presión arterial

sistólica media fue de 160 mmHg y la diastólica de 100 mmHg, lo que confirma la severidad de la hipertensión en estas pacientes (Cuadro 2).

Cuadro 2. Estadísticas Descriptivas de Variables Clínicas y Paraclínicas.

Variable	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Edad gestacional (semanas)	33,5	2,5	28	40
Presión arterial sistólica (mmHg)	160	15	140	200
Presión arterial diastólica (mmHg)	100	10	90	120

Los valores de las plaquetas se concentran mayoritariamente entre 150 000 y 300 000  $\mu$ L. La distribución presenta una ligera asimetría positiva con una cola hacia la derecha, indicando la presencia de algunos valores más altos que la media. La concentración de LDH estuvo predominantemente entre las 150 y 250 U/L. La distribución muestra una notable asimetría positiva con una cola hacia la derecha, sugiriendo que hay pacientes con niveles de LDH significativamente elevados. La mayoría de los valores de PTT se encontraron alrededor de 30 segundos.

La distribución es muy centrada, lo que indica poca variabilidad y valores bastante homogéneos en la población estudiada. Los valores de PT estaban mayoritariamente centrados en torno a 14 segundos. Al igual que la distribución de PTT, muestra poca variabilidad y una fuerte concentración alrededor de un valor central. Los valores de INR se agruparon principalmente cerca de 1,0, lo que sugiere que la mayoría de los pacientes tienen tiempos de coagulación dentro del rango normal. La distribución fue muy estrecha y centrada. Los niveles de fibrinógeno estaban concentrados en torno a 450 mg/dL.

La distribución es extremadamente centrada, indicando una variabilidad mínima en los valores de fibrinógeno entre los pacientes. Los niveles de lactato se encuentran predominantemente por debajo de 5 mmol/L. Sin embargo, la distribución

tiene una cola hacia la derecha, indicando la presencia de algunos pacientes con niveles de lactato significativamente elevados (Figura 1).

La distribución muestra que los niveles de lactato tienden a aumentar con la edad gestacional. Esto podría sugerir que el estrés fisiológico del embarazo avanzado puede estar relacionado con niveles más altos de lactato. Los niveles de lactato son más altos en los rangos más bajos de  $\text{PaO}_2$ , lo que sugiere que la hipoxia (bajos niveles de oxígeno en sangre) podría estar asociada con un aumento en la producción de lactato debido al metabolismo anaeróbico (Figura 2).

Se observa una variabilidad en los niveles de lactato a diferentes niveles de  $\text{PaCO}_2$ , con una tendencia a mayores niveles de lactato en rangos altos de  $\text{PaCO}_2$ , lo que podría indicar insuficiencia respiratoria. Los niveles de lactato tienden a ser más altos en valores de pH más bajos (acidosis). Esto es consistente con el hecho de que la acidosis metabólica puede estar asociada con una mayor producción de lactato (Figura 2).

Los niveles de lactato son más altos en los rangos más bajos de bicarbonato, lo que indica que la acidosis metabólica (niveles bajos de bicarbonato) está correlacionada con niveles elevados de lactato. Los niveles de lactato muestran una tendencia a aumentar con niveles más altos de creatinina, lo que podría indicar insuficiencia renal, donde la eliminación de lactato es afectada. Se observa una variabilidad

## CORRELACIONES CLÍNICAS DE LOS NIVELES DE LACTATO SÉRICO

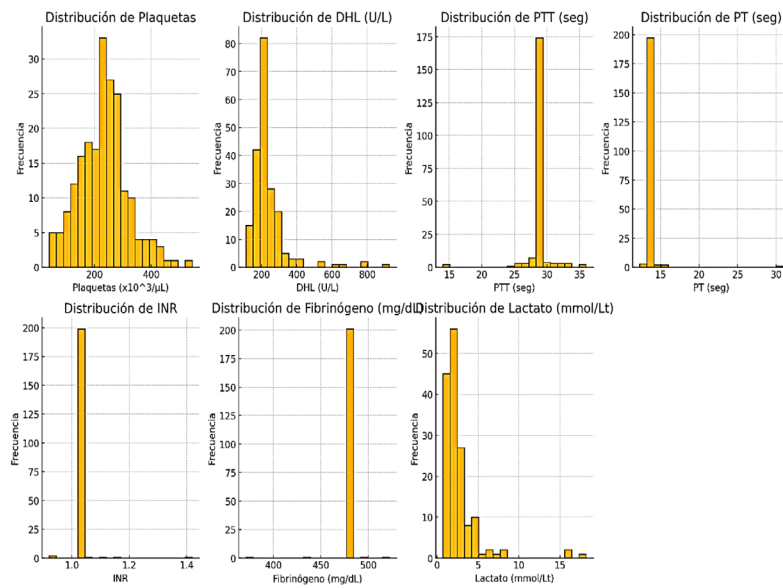


Figura 1. Distribuciones de parámetros hematológicos y bioquímicos en las pacientes.

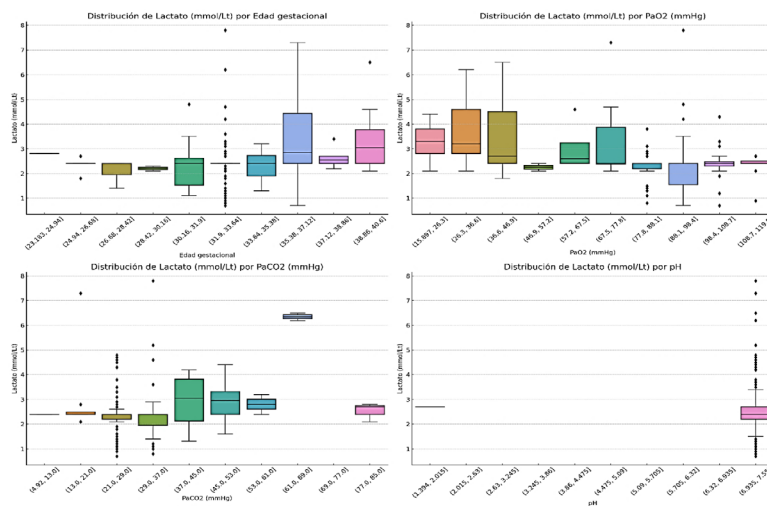


Figura 2. Distribución de niveles de lactato en relación con variables clínicas: edad gestacional, PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> y pH.

significativa en los niveles de lactato con diferentes niveles de leucocitos (Figura 3). Los niveles elevados de leucocitos pueden indicar una respuesta inflamatoria o infecciosa, están asociados con niveles más altos de lactato (Figura

3). La relación entre los niveles de lactato y hemoglobina muestra que los niveles de lactato son más altos en rangos bajos de hemoglobina, lo que puede indicar anemia y una menor capacidad de transporte de oxígeno (Figura 3).

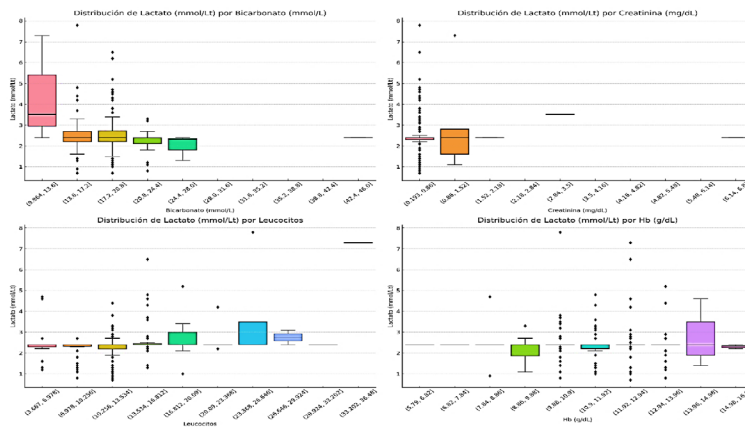


Figura 3. Distribución de niveles de lactato en relación con variables bioquímicas: bicarbonato, creatinina, leucocitos y hemoglobina.

Se observa que los niveles de lactato tienden a ser más altos en pacientes con hematocrito más bajo, lo que también puede estar relacionado con anemia y disminución de la capacidad de transporte de oxígeno (Figura 4). Los niveles de lactato muestran variabilidad a diferentes niveles de plaquetas, aunque no se observa una tendencia clara. Los niveles de lactato tienden a ser más altos en pacientes con niveles elevados de LDH,

lo que podría indicar daño tisular o celular. La variabilidad en los niveles de lactato en diferentes niveles de PT no muestra una tendencia clara (Figura 4).

Se observa que los niveles de lactato tienden a ser más altos en pacientes con INR más alto, lo que puede estar relacionado con alteraciones en la coagulación (Figura 5).

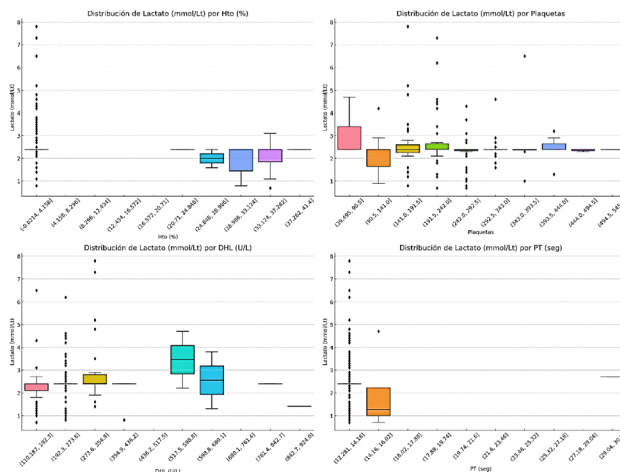


Figura 4. Distribución de niveles de lactato en relación con parámetros hematológicos y bioquímicos: Hematocrito, Plaquetas, LDH y PT

## CORRELACIONES CLÍNICAS DE LOS NIVELES DE LACTATO SÉRICO

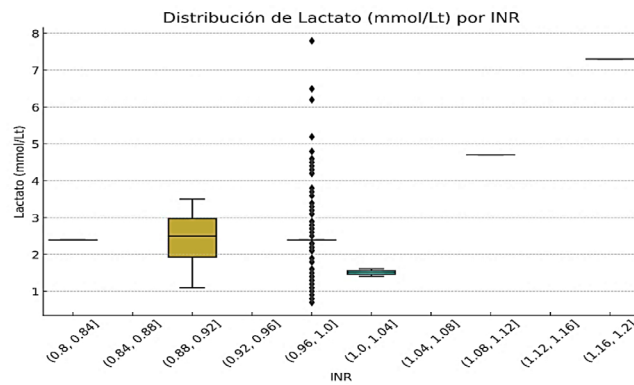


Figura 5. Distribución de Niveles de Lactato en Relación con INR (International Normalized Ratio),

En el análisis de la significancia estadística ( $p < 0,05$ ) de correlaciones entre los niveles de lactato y los parámetros evaluados indican que el potasio (mEq/L) presentó una fuerte correlación positiva de 0,661 ( $p = 0,002$ ), los leucocitos una correlación positiva de 0,305 ( $p = 0,000015$ ). La edad gestacional también mostró una correlación positiva y significativa de 0,239 ( $p = 0,000541$ ), al igual que el INR con 0,239 ( $p = 0,000534$ ). En contraste, el HCT (%) tuvo una correlación negativa de -0,273 ( $p = 0,000501$ ), mientras

que el  $\text{PaCO}_2$  (mmHg) mostró una correlación positiva de 0,192 ( $p = 0,018$ ). Se encontraron correlaciones negativas significativas con  $\text{PaO}_2$  (mmHg) de -0,338 ( $p = 0,000026$ ), Na (mEq/L) de -0,511 ( $p = 0,036$ ), y Bicarbonato (mmol/L) de -0,199 ( $p = 0,014$ ). Finalmente, la  $\text{SatO}_2$  (%) presentó una correlación positiva de 0,243 ( $p = 0,042$ ). Estos resultados indican que varios parámetros bioquímicos y fisiológicos están estrechamente relacionados con los niveles de lactato en el organismo (Figura 6).

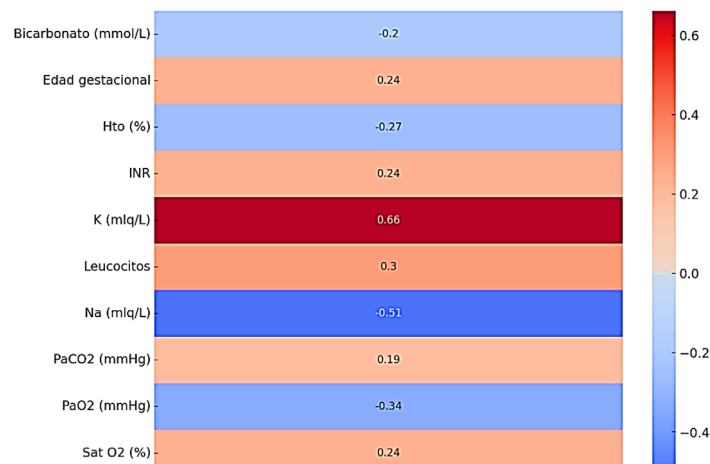


Figura 6. Análisis de Correlación entre los Niveles de Lactato con otros Biomarcadores.

Las plaquetas arrojaron un coeficiente negativo, lo que sugiere que un menor recuento de plaquetas está asociado con un mayor riesgo de síndrome HELLP. En relación con los valores de LDH (U/L) mostraron un coeficiente de correlación positivo, indicando que niveles más altos de LDH están asociados con un mayor riesgo. El PTT (s) y PT (s), ambos mostraron coeficientes de correlación positivos, sugiriendo que tiempos de coagulación más largos están asociados con un mayor riesgo. El INR presentó

un coeficiente de correlación positivo, indicando que un mayor INR está asociado con un mayor riesgo. El fibrinógeno (mg/dL) arrojó un coeficiente de correlación negativo, sugiriendo que niveles más bajos de fibrinógeno están asociados con un mayor riesgo. Por último, el lactato (mmol/L) presentó un coeficiente de correlación positivo, indicando que niveles más altos de lactato están asociados con un mayor riesgo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Complicaciones maternas según niveles de lactato y otros biomarcadores.

Variable	const	Plaq,	LDH (U/L)	PTT (s)	PT (s)	INR	Fibrinógeno (mg/dL)	Lactato (mmol/L)	Lactato
Coefficiente SOFA	-7,3211	-0,0254	0,0038	0,1987	0,2894	2,4718	-0,0101	1,0324	
Error Estándar SOFA	2,4352	0,0098	0,0022	0,0892	0,1276	1,2031	0,0049	0,4128	
Z-Estadístico SOFA	-3,008	-2,592	1,727	2,227	2,268	2,054	-2,061	2,501	
Valor p SOFA	0,0026	0,0095	0,0842	0,0259	0,0233	0,0399	0,0393	0,0124	
[0.025 SOFA	-12,094	-0,0446	-0,0005	0,0239	0,0393	0,1147	-0,0197	0,2233	
0.975] SOFA	-2,548	-0,0063	0,0081	0,3735	0,5395	4,8289	-0,0005	1,8415	
Coefficiente HELLP	-5,4781	-0,0178	0,0047	0,1265	0,1831	1,9821	-0,0083	0,8943	
Error Estándar HELLP	1,6342	0,0076	0,0015	0,0586	0,0853	0,9921	0,0039	0,2974	
Z-Estadístico HELLP	-3,353	-2,345	3,133	2,158	2,146	1,998	-2,135	3,007	
Valor p HELLP	0,0008	0,019	0,0017	0,031	0,032	0,046	0,033	0,0026	
[0.025 HELLP	-8,681	-0,0328	0,0017	0,0116	0,0159	0,0376	-0,0158	0,3114	
0.975] HELLP	-2,276	-0,0028	0,0077	0,2414	0,3503	3,9266	-0,0007	1,4773	
OR SOFA		3,9	2,3	2,6	3	2,2	2,5		3,863
OR Límite Inferior SOFA		0,673	1,3	1,2	1,6	1,2	1,5		0,673
OR Límite Superior SOFA		22,16	4,2	5,1	6,4	4	4,1		22,16
Valor p SOFA Assoc		0,081	0,05	0,03	0,02	0,07	0,04		0,081



Los coeficientes indican la dirección y magnitud del efecto de cada predictor sobre la probabilidad de tener síndrome HELLP. Los valores p indican la significancia estadística de cada predictor. Los intervalos de confianza proporcionan un rango en el que se espera que se encuentre el coeficiente verdadero con un 95 % de confianza.

Las plaquetas arrojaron un coeficiente de correlación negativo, lo que sugiere que un menor recuento de plaquetas está asociado con un mayor riesgo de disfunción orgánica. El PTT (s) y PT (s), ambos con coeficientes positivos, sugiriendo que tiempos de coagulación más largos están asociados con un mayor riesgo. Con relación a INR el coeficiente de correlación positivo indica que un mayor INR está asociado con un mayor riesgo. El fibrinógeno (mg/dL) presentó un coeficiente de correlación negativo, sugiriendo que niveles más bajos de fibrinógeno están asociados con un mayor riesgo. El lactato (mmol/L) con un coeficiente de correlación positivo indica que niveles más altos de lactato están asociados con un mayor riesgo. El Cuadro 3 muestra que las probabilidades (OR) de tener disfunción orgánica son aproximadamente 3,9 veces mayores en pacientes con niveles altos de lactato en comparación con aquellos con niveles bajos. Con relación a las plaquetas se observa un umbral de  $150 \times 10^3/\mu\text{L}$ , los pacientes con niveles bajos tienen un ODDS ratio (OR) de 3,9 para disfunción orgánica, aunque el valor p de 0,081 indica que la asociación no es estadísticamente significativa (Cuadro 3).

Para el LDH (U/L), con un umbral de 250 U/L, los pacientes con niveles altos tienen un OR de 2,3 para disfunción orgánica, con un valor  $p < 0,05$ , sugiriendo una asociación significativa. En los resultados de PTT (s), con un umbral de 35 segundos, los pacientes con niveles altos tienen un OR de 2,6 para disfunción orgánica, con un valor de p de 0,03, indicando una asociación significativa. Para PT (s), con un umbral de 15 segundos, los pacientes con niveles altos tienen un OR de 3,0 para disfunción orgánica, con un valor p de 0,02, indicando una asociación significativa (Cuadro 3).

En INR, con un umbral de 1,1, los pacientes con niveles altos tienen un OR de 2,2 para disfunción orgánica, con un valor p de 0,07, indicando una asociación marginalmente significativa.

Fibrinógeno (mg/dL), con un umbral de 400 mg/dL, los pacientes con niveles bajos tienen un OR de 2,5 para disfunción orgánica, con un valor p de 0,04, indicando una asociación significativa (Cuadro 3).

## DISCUSIÓN

Las correlaciones observadas entre los niveles de lactato sérico y varios parámetros clínicos en pacientes con preeclampsia con síntomas graves pueden tener importantes implicaciones clínicas.

Nuestros hallazgos indican una fuerte correlación positiva entre los niveles de lactato y potasio, lo cual sugiere que niveles elevados de potasio pueden estar asociados con un aumento en la producción o acumulación de lactato. Esto podría indicar un estado de hipercalcemia, que podría estar relacionado con un metabolismo anaeróbico incrementado o insuficiencia renal, donde la eliminación de lactato y potasio es afectada. Estudios previos han demostrado que la hipercalcemia puede influir en la acumulación de lactato debido a la disfunción renal y metabólica. Villa y col. encontraron que los niveles elevados de potasio y lactato están asociados con disfunción orgánica en pacientes críticos, lo que subraya la importancia de monitorear estos parámetros para prevenir complicaciones adicionales (10).

La correlación positiva con la edad gestacional puede indicar que, a medida que avanza el embarazo, los niveles de lactato pueden aumentar. Esto podría reflejar cambios en el metabolismo materno y fetal o estrés fisiológico durante el embarazo. Se ha demostrado que el aumento de los niveles de lactato en embarazos avanzados puede estar relacionado con el incremento en las demandas metabólicas del feto y la placenta. Van Bogaert observó que los niveles de lactato aumentan en mujeres con preeclampsia con síntomas graves a medida que avanza el embarazo, indicando una posible adaptación metabólica a las demandas fetales (11).

La correlación negativa entre el lactato y el hematocrito puede indicar que niveles bajos de hematocrito están asociados con niveles elevados de lactato. Esto podría sugerir anemia o hemodilución, lo que puede llevar a un metabolismo anaeróbico debido a la reducción

en la capacidad de transporte de oxígeno. Los estudios han mostrado que la anemia puede conducir a un incremento en la producción de lactato como un mecanismo compensatorio para la hipoxia celular. Velásquez y col. observaron que, en pacientes con anemia, los niveles de lactato estaban significativamente elevados debido a la compensación metabólica ante la hipoxia (12).

La correlación negativa entre el lactato y la  $\text{PaO}_2$  sugiere que niveles bajos de oxígeno arterial están asociados con niveles elevados de lactato. Esto es consistente con la hipótesis de que la hipoxia tisular conduce a un aumento en la producción de lactato debido al metabolismo anaeróbico. La hipoxia es un factor conocido que desencadena la producción de lactato, como se ha demostrado en múltiples estudios de pacientes críticos. Jansen y col. confirmaron que la hipoxia con síntomas graves está correlacionada con niveles elevados de lactato, subrayando la importancia de mantener una adecuada oxigenación tisular en pacientes críticos (11).

La correlación negativa entre el lactato y el sodio sugiere que la hiponatremia (niveles bajos de sodio) podría estar asociada con niveles elevados de lactato. Esto puede ocurrir en condiciones de insuficiencia renal o deshidratación. Se ha encontrado que la hiponatremia puede estar asociada con el aumento de lactato debido a la disfunción renal y la alteración del equilibrio electrolítico. Vassiliou y col. identificaron que la hiponatremia en pacientes críticos se asocia frecuentemente con la acumulación de lactato y disfunción renal (12).

La correlación negativa entre el lactato y el bicarbonato sugiere que la acidosis metabólica (niveles bajos de bicarbonato) está asociada con niveles elevados de lactato. Esto es consistente con el conocimiento de que el lactato se acumula en condiciones de acidosis. La acidosis metabólica es un estado bien documentado que está estrechamente relacionado con el incremento de los niveles de lactato, como se observa en varios trastornos metabólicos. Villa y col. describen que la acidosis metabólica, común en la disfunción multiorgánica, está asociada con niveles elevados de lactato (10).

En relación con los valores de correlación entre el lactato y la deshidrogenasa láctica, se reporta

un coeficiente positivo, indicando que niveles más altos de LDH están asociados con un mayor riesgo de complicaciones en pacientes con preeclampsia con síntomas graves. En el presente estudio se evidenció que paciente con niveles superiores a 600 U/L se asociaron con Síndrome de HELLP. Al respecto Deeksha y col., discuten la utilidad potencial de las mediciones de LDH y ácido úrico para guiar la toma de decisiones clínicas y optimizar las estrategias de manejo para pacientes con preeclampsia; evidenciaron que los niveles de LDH de 600 UI/L se observan comúnmente en embarazos normales, mientras que los niveles que exceden este umbral ( $>600$  UI/L) (14), se han correlacionan fuertemente con la gravedad de la enfermedad y resultados maternos adversos; lo que sugiere su posible utilidad como marcador pronóstico de la gravedad de la preeclampsia (15).

## CONCLUSIÓN

El presente estudio ha explorado la correlación entre los niveles de lactato sérico y las complicaciones maternas en pacientes con preeclampsia con síntomas graves, se observó que los parámetros hematológicos y bioquímicos de las pacientes presentaban una notable variabilidad. Los valores de PTT, PT, INR y fibrinógeno mostraron una alta concentración alrededor de un valor central con mínima variabilidad. Sin embargo, los niveles de plaquetas, LDH y lactato mostraron una mayor variabilidad y asimetrías positivas.

Se encontró que estos niveles de lactato elevados estaban significativamente relacionados con varios parámetros clínicos, particularmente aquellos asociados con el estado respiratorio ( $\text{PaO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$ ), el estado metabólico (pH, bicarbonato), la función renal (creatinina) y las respuestas inflamatorias/infecciosas (leucocitos). Evidenciando que estos niveles altos de lactato estaban significativamente asociados con un mayor riesgo de desarrollar complicaciones.

Este estudio confirma la relevancia del lactato sérico como biomarcador predictor de complicaciones en la evaluación de pacientes con preeclampsia con síntomas graves. Los niveles elevados de lactato están asociados con un mayor riesgo de complicaciones graves, como

disfunción orgánica y síndrome HELLP, lo que subraya la importancia de su monitoreo en el contexto clínico de las pacientes con preeclampsia con síntomas graves.

Estos resultados tienen algunas asociaciones que fueron marginalmente significativas, indicando la necesidad de estudios adicionales para confirmar estos hallazgos.

**Conflictos de interés:** Los autores manifiestan que no existe conflicto de interés.

#### REFERENCIAS

- Duarte V, Romero S, Aguilar J, Gómez L, Sánchez G. Lactato ¿marcador de hipoperfusión? *Medicina Interna México*. 2019;35(6):934-943.
- Bermúdez W, Fonseca N. Utilidad del lactato en el paciente críticamente enfermo. *Acta Colomb Cuidado Intensivo*. 2016;16(2):80-89.
- Salazar J. Falla de perfusión tisular. *Colomb Med*. 2001;32(2):89-94.
- Andersen L, Mackenhauer J, Roberts J, Berg K, Cocchi M, Donnino M. Etiology and Therapeutic Approach to Elevated Lactate Levels. *Mayo Clin Proc*. 2013;88(10):1127-1140.
- Egan LA, Peña SPC. Conceptos actuales sobre la preeclampsia-eclampsia. *Rev Fac Med UNAM*. 2007;50(2):57-61.
- Vallejo Maquilón AI, Landazuri Barre JL, Loo García KLL, Vallejo Gines KLV. La preeclampsia-eclampsia. El fantasma latente en las mujeres embarazadas. *Rev Científ Mundo Investig Conoc*. 2019;3(2):566-581.
- Sallas E, Ávila J, Franco Hernández GA. Lactato como indicador de otras complicaciones maternas en pacientes con diagnóstico de preeclampsia severa. Tesis de Especialización: Universidad Simón Bolívar; 2022.
- Organización Mundial de la Salud. Recomendaciones de la OMS para la prevención y el tratamiento de la preeclampsia y la eclampsia. 2013.
- Velumani V. Preeclampsia: una mirada a una enfermedad mortal. *Rev Fac Med*. 2022;64(5):7-19.
- Villa G, Chelazzi C, Morettini E, Zampedri L, Antonelli M. Organ dysfunction during continuous veno-venous hemofiltration in critically ill patients. *PLoS One*. 2017;12(2):e0172039.
- Van Bogaert LV. Feto-maternal outcome in pre-eclampsia/eclampsia in Zimbabwe: The role of cerebral oedema and micro-vascular permeability. *East African Medical J*. 1996;73(4):247-251.
- Vassiliou A, Jahaj E, Ilias I, Markaki V. Lactate kinetics reflect organ dysfunction and are associated with outcomes in septic shock. *Metabolites*. 2020;10(10):386.
- Velásquez V, Miranda J, Martínez-Portilla RJ, Morales-Roselló J, Nieto-Calvache AJ. Predictors of complications in severe preeclampsia: The role of serum lactate. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2021;57(4):611-617.
- Nosrat B, Azarhoosh R, Borghei AH, Sedaghati M, Besharat S, Ghaemi E. Serum level of lactate dehydrogenase, homocysteine, hemoglobin and platelet in preeclampsia. *Pak J Med Sci*. 2011;27(5):1014-1017.
- Deeksha HS, Pajai S, Reddy Eleti M, Navalihiremath VU. A Comprehensive Review on Serum Lactate Dehydrogenase (LDH) and Uric Acid in Preeclampsia: Implications for Maternal Health and Disease Severity. *Cureus*. 2024;16(3):e56928.