



Índice de resistencias renales en pacientes con choque séptico y su variabilidad dependiente de dosis de vasopresor ingresados a la unidad de terapia intensiva

Index of renal resistance in patients with shock septic and its variability dependent on vasopressor dose admitted to the intensive therapy unit

Marlet Meyer Talón,^{*,†} Jaime Adolfo Morales Acero,^{*,§} Juan Gerardo Esponda Prado^{*,¶}

Citar como: Meyer TM, Morales AJA, Esponda PJG. Índice de resistencias renales en pacientes con choque séptico y su variabilidad dependiente de dosis de vasopresor ingresados a la unidad de terapia intensiva. Acta Med GA. 2026; 24 (2): 87-92. <https://dx.doi.org/10.35366/122608>

Resumen

Introducción: el manejo hemodinámico en pacientes críticos se centra en mantener gasto cardíaco y presión arterial óptimos. En contexto de choque séptico, se utilizan vasopresores para conseguirlo. La perfusión renal se evalúa como parámetro de éxito a través de diuresis y aclaramiento de creatinina, al alcanzar el umbral de autorregulación, las variaciones de la tensión arterial repercuten directamente en la perfusión. El protocolo VeXus usa ecografía Doppler para clasificar la congestión venosa y predecir lesión renal aguda.

Objetivo: comparar la medición del índice de resistencia renal basal mediante ultrasonografía al ingreso a la unidad de terapia intensiva (UTI) en pacientes con diagnóstico de sepsis y mediciones del cambio de este con uso de norepinefrina. **Material y métodos:** estudio descriptivo, longitudinal, prospectivo, unicéntrico donde se evaluaron las variaciones en el índice de resistencia renal con el uso de norepinefrina.

Resultados: en una muestra de 42 pacientes se observó que no hay cambios significativos en el índice en relación con la dosis de norepinefrina con una correlación de 0.2369033.

Conclusiones: no se observaron cambios en el índice de resistencia renal en pacientes que ameritaron uso de norepinefrina durante su estancia en la UTI.

Palabras clave: sepsis, choque séptico, índice de resistencia renal, norepinefrina.

Abstract

Introduction: hemodynamic management in critically ill patients focuses on maintaining optimal cardiac output and blood pressure. In the context of septic shock, vasopressors are used to achieve this. Renal perfusion is evaluated as a success parameter through diuresis and creatinine clearance, as variations in blood pressure directly impact perfusion once the autoregulation threshold is reached. The VeXus protocol uses Doppler ultrasound to classify venous congestion and predict acute kidney injury. **Objective:** to compare the baseline renal resistance index measured by ultrasonography upon admission to the intensive care unit (ICU) in patients diagnosed with sepsis and to assess changes in this index with the use of Norepinephrine. **Material and methods:** descriptive, longitudinal, prospective, single-center study evaluating variations in the renal resistance index using Norepinephrine.

Results: in a sample of 42 patients, no significant changes were observed in the index of the dose of norepinephrine, with a correlation of 0.2369033. **Conclusions:** no changes were observed in the renal resistance index in patients requiring Norepinephrine during their ICU stay.

Keywords: sepsis, septic shock, renal resistance index, norepinephrine.

* Hospital Angeles Pedregal. Ciudad de México, México.

† Unidad de Terapia Intensiva. Facultad Mexicana de Medicina, Universidad La Salle México.

§ Departamento de Urgencias.

¶ Jefe Unidad de Terapia Intensiva y Cuidados Coronarios.

Correspondencia:

Marlet Meyer Talón

Correo electrónico: marleth_meyer@hotmail.com

Recibido: 25-10-2024. Aceptado: 19-04-2025.



Abreviaturas:

DO₂ = aporte de oxígeno
 LRA = lesión renal aguda
 IRR = índice de resistencia renal
 UTI = unidad de terapia intensiva
 VO₂ = consumo de oxígeno

INTRODUCCIÓN

En el paciente en estado crítico, la sepsis y la lesión renal aguda son enfermedades muy frecuentes y se asocian con un aumento de las hospitalizaciones y tasas elevadas de mortalidad en la unidad de terapia intensiva (UTI). Esto como consecuencia de aumento en la resistencia vascular renal, asociada con una reducción del flujo sanguíneo renal y, por lo tanto, una isquemia renal.^{1,2} En consecuencia, la reanimación rápida de la circulación y la presión de perfusión óptimas son las terapias primarias para los pacientes en estado crítico.³ En el choque séptico, cuando la administración de líquidos no logra restablecer la presión arterial y una perfusión adecuada de órganos, debe iniciarse una terapia con agentes vasopresores.⁴ Para determinar la presión arterial óptima para la perfusión renal en pacientes con choque séptico, las variables utilizadas suelen ser la diuresis, índice de flujo sanguíneo renal y aclaramiento de la creatinina. La presión sanguínea arterial es la fuerza impulsora del flujo sanguíneo a través de los tejidos, de acuerdo con el principio de autorregulación del flujo sanguíneo, si el gasto cardíaco es constante, el flujo sanguíneo a los tejidos no cambia hasta que la presión arterial cae por debajo de un valor crítico. Cuando esta autorregulación alcanza el umbral, cualquier disminución adicional en los niveles de presión arterial comprometerá el flujo sanguíneo de los órganos.⁵ La lesión renal aguda (LRA) es un proceso dinámico que evoluciona desde una afección reversible temprana hasta una enfermedad establecida y conduce a insuficiencia renal sostenida, muerte celular y recuperación renal tardía.

En consecuencia, la reanimación rápida de la circulación y la presión de perfusión óptima son las terapias primarias para los pacientes en estado crítico con LRA. Estos métodos se basan principalmente en el manejo adecuado de la reposición de líquidos por vía intravenosa y la administración de vasopresores bajo estricta vigilancia hemodinámica.⁶

El choque séptico se caracteriza por vasodilatación severa e hipotensión refractaria a la reanimación agresiva con líquidos. A pesar de la normalización del gasto cardíaco, con frecuencia hay evidencia de hipoperfusión tisular. En consecuencia, las disfunciones orgánicas generalmente se desarrollan a pesar de niveles normales o elevados de aporte de oxígeno (DO₂). Las alteraciones microcirculatorias podrían ser una explicación subyacente de estos hallazgos. Los modelos experimentales

de choque séptico reanimado muestran que la perfusión microvascular se altera a pesar de la normalización de la hemodinámica sistémica y regional.⁶ En pacientes con choque séptico, el aumento de la presión arterial media (PAM) inducida por norepinefrina de 65 a 75 mmHg se asocia con disminuciones significativas en las resistencias vasculares renales y en el índice de resistencia renal.⁴ Por el contrario, algunos autores informaron que el índice de resistencia no se vio influenciado por la terapia con fármacos vasoactivos.^{7,8} Sin embargo, la trombosis intravascular y los mediadores vasoconstrictores, junto con las deficiencias regionales en la producción de óxido nítrico, podrían alterar la reactividad vascular y desplazar el umbral de autorregulación a valores más altos.⁶ Normalmente el consumo de oxígeno (VO₂) es independiente del DO₂ hasta que los tejidos pueden satisfacer las necesidades metabólicas aumentando la extracción de oxígeno cuando el DO₂ disminuye. Este mecanismo tiene un límite intrínseco, más allá del DO₂ crítico, el aumento compensatorio de la extracción de O₂ se agota y el VO₂ se vuelve dependiente del DO₂.⁹

La medición del índice de resistencia renal (IRR) basada en Doppler es una herramienta rápida y no invasiva que puede ser útil para detectar la hipoperfusión y la oxigenación de los tejidos, y para medir la resistencia al flujo sanguíneo arterial en los vasos renales en pacientes de la UTI.¹⁰

La toma de muestras de arterias renales interlobares o arcuatas con ecografía Doppler pulsado permite obtener un perfil de “baja resistencia” propio de los territorios con alta perfusión en reposo. En las arterias intrarrenales, la morfología clásica de la forma de onda Doppler se caracteriza por pico sistólico pronunciado, seguido de un movimiento ascendente, con el llamado pico sistólico temprano; por una parte, decreciente de la onda que representa su componente diastólico, combinando los elementos principales del análisis espectral, el índice de resistencia renal se puede calcular a través de la siguiente fórmula:

$$\text{IRR} = (\text{velocidad sistólica máxima} - \text{velocidad diastólica final}) / \text{velocidad sistólica máxima}^{11}$$

La evidencia de una correlación directa entre la IRR y los daños cardiovasculares es cada vez más frecuente; por lo tanto, IRR se ha propuesto como una nueva herramienta en la monitorización de pacientes en la UTI.

En condiciones normales, el flujo sanguíneo de la arteria renal ocurre durante la fase sistólica y diastólica. Por el contrario, en varias condiciones patológicas como choque, inflamación sistémica y obstrucción, el flujo sanguíneo arterial renal disminuye e incluso se revierte durante la fase diastólica, lo que provoca un aumento de IRR.¹¹

Existe una gran cantidad de evidencia que muestra que los IRR son un índice válido de la impedancia vascular resultante de la interacción entre la pulsatilidad y distensibilidad vascular. Además, una correlación lineal entre IRR y la presión del pulso, que puede considerarse la expresión hemodinámica más directa de distensibilidad vascular sistémica, ha sido bien documentada en modelos animales y clínicos. La perfusión renal, al igual que la perfusión cerebral, se caracterizan por los altos flujos mantenidos durante toda la fase del ciclo cardíaco, se transmiten sin cambios hasta las arteriolas renales. Diversas condiciones causan reducciones en la distensibilidad de los vasos (*Tabla 1*), es decir, aumento en la impedancia micro y macrovascular e incremento en la presión de pulso y la consecuente elevación de IRR que dependen en gran medida de la función cardíaca y, por lo tanto, varían con una relación inversa a la frecuencia cardíaca y directamente con respecto al flujo cardíaco sistólico.¹¹

La presión del pulso está relacionada con la función cardíaca y la distensibilidad arterial sistémica que afecta el valor de la velocidad sistólica máxima. La distensibilidad vascular de las grandes arterias determina la pulsatilidad de la presión arterial; en consecuencia, en la condición de cumplimiento sistémico reducido, los resultados de IRR se modifican fuertemente.¹²

Además, la IRR se considera un marcador de progresión del daño renal y un indicador de daño irreversible en la insuficiencia renal crónica.⁹

Una limitación importante del Doppler intrarrenal es su técnica, como los vasos son pequeños, la muestra Doppler se mueve fuera del plano con la respiración. Otros factores, además de la presión de la aurícula derecha, pueden alterar la forma de onda venosa, como anomalías estructurales del riñón y enfermedad renal crónica avanzada.¹²

En el contexto clínico del choque séptico, la lesión renal aguda es una complicación común y su predicción oportu-

na puede ser desafiante. La determinación de IRR durante las primeras 24 horas pareció ser útil para anticipar la LRA inducida por sepsis, especialmente cuando se combina con la medición de la presión venosa central. El diagnóstico de índice de resistencias renales en la predicción de la reversibilidad a corto plazo de lesión renal aguda se confirmó en una revisión sistemática reciente.¹³

La medición del índice de resistencia renal mediante ultrasonografía Doppler en sujetos con datos de congestión venosa es una herramienta eficaz para predecir pacientes respondedores a diurético, incluso predecir quiénes requieren uso de terapia de sustitución renal, ya que la mayoría de los casos con sepsis o que evolucionan a choque séptico desarrollan algún grado de lesión renal.⁴ Es un método no invasivo, que se puede realizar a la cabecera del paciente, ofreciendo ventajas respecto a otros métodos.¹⁴

Por lo anterior, es importante realizar determinaciones de éste al ingreso a la unidad de terapia intensiva previo como medida basal y posterior a uso de vasopresor, específicamente en pacientes con sepsis de cualquier foco y con diagnóstico de choque séptico según guías internacionales de la campaña para sobrevivir a la sepsis 2021, ingresados a la unidad de terapia intensiva del Hospital Angeles Pedregal.

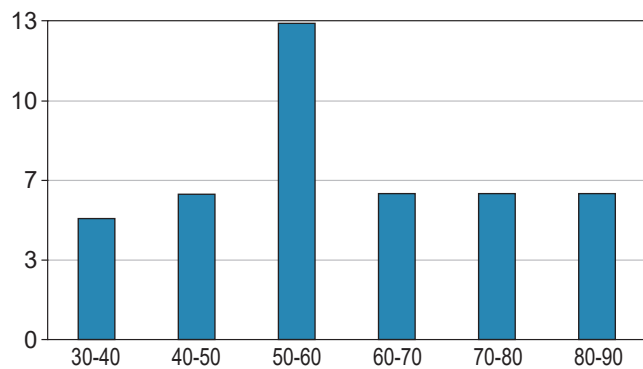
El objetivo del estudio fue comparar si el índice de resistencia renal en casos con diagnóstico de sepsis y choque séptico de cualquier foco (pulmonar, abdominal, urinario, tejidos blandos) a su ingreso a la unidad de terapia intensiva, sufre modificaciones con el uso de norepinefrina para mantener PAM 65 mmHg en pacientes sin lesión renal aguda previa.

MATERIAL Y MÉTODOS

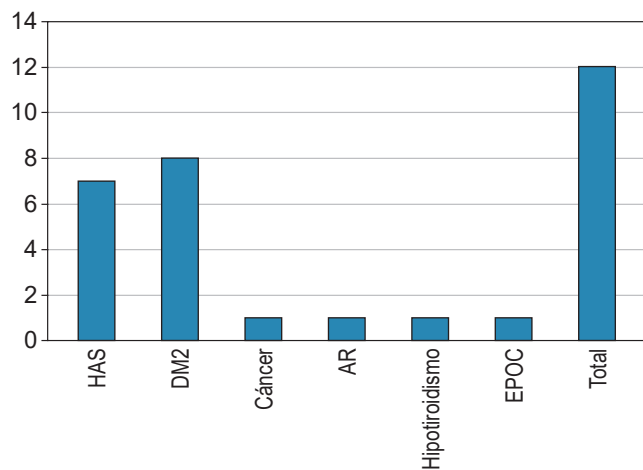
Se realizó un estudio descriptivo, longitudinal, prospectivo y unicéntrico. Se incluyeron 42 pacientes de la unidad de terapia intensiva del Hospital Angeles Pedregal, en el periodo comprendido de febrero a mayo de 2022, con diagnóstico de sepsis y choque séptico de cualquier foco, se realizó Doppler renal a su ingreso y medición posterior a uso de vasopresor (*Figuras 1 y 2*). Se obtuvieron valores mediante Doppler renal de índices de resistencia renal basal en pacientes con diagnóstico de sepsis a su ingreso a la unidad de terapia intensiva, evolucionando a choque séptico e inicio de vasopresor, se realizaron mediciones para obtener nuevamente el índice de resistencia renal y registrar sus cambios en casos dependientes de vasopresor para mantener PAM arriba de 65 mmHg. Las anotaciones y cambios de éstos se realizaron por el investigador y un segundo observador para corroborar la adecuada posición de transductor, así como localizar la arteria interlobar (*Figuras 3 y 4*).

Tabla 1: Condiciones que lo modifican.

Velocidad de pico sistólico	Velocidad diastólica final
Falla cardíaca	Falla cardíaca
Estenosis valvular aórtica	Bradicardia o taquicardia
Coartación aórtica	Arteriolosclerosis
Aortoesclerosis	Enfermedad renal aguda o crónica
Estenosis de la arteria renal	Uropatía obstructiva
Hipoxemia o hipercapnia	
Hemorragia	
Drogas (B-bloqueadores, diuréticos)	

Figura 1: Distribución de la muestra por grupo de edad.**Figura 2:** Incidencia de comorbilidades.

AR = artritis reumatoide. DM2 = diabetes mellitus 2. EPOC = enfermedad pulmonar obstructiva crónica. HAS = hipertensión arterial sistémica.



Se realizó un análisis estadístico descriptivo con medidas de tendencia central y de dispersión y se utilizaron gráficas de barras. Para el análisis comparativo se utilizó coeficiente de correlación de Pearson (Figura 5).

RESULTADOS

Se incluyeron 42 pacientes con diagnóstico de sepsis y choque séptico principalmente de origen abdominal, pulmonar y foco urinario en los que se midió índice de resistencia renal posterior al manejo con líquidos de forma inicial, registrándose en una base de datos y pacientes con diagnóstico de choque séptico, se inició vasopresor con norepinefrina como primera elección para mantener presión arterial media por arriba de 65 mmHg, se utilizó ultrasonografía para el IRR en ambos grupos.

En los pacientes con diagnóstico de sepsis de origen abdominal, según guías internacionales de sobrevivir a la

sepsis, el promedio de índice de resistencia renal fue de 0.6 a 1; sin embargo, algunos de estos pacientes evolucionaron a choque séptico, por lo que en algunos pacientes hubo incremento en el índice de resistencias renales a mayor dosis de vasopresor (IRR 1.2). El coeficiente de correlación fue de 0.2369033.

DISCUSIÓN

En el contexto de este estudio, se observó que la administración de norepinefrina en pacientes con choque séptico no resultó en cambios significativos en el IRR, con una correlación baja (0.2369033) entre la dosis de norepinefrina y las variaciones en el IRR. Estos hallazgos contrastan con estudios previos que indicaron que el aumento de la presión arterial media mediante vasopresores podría reducir la resistencia vascular renal, sugiriendo una respuesta de perfusión más favorable. Sin embargo, otros autores han reportado resultados similares a los nuestros, en los cuales el IRR permanece inalterado por la intervención vasopresora, lo que indica una posible falta de respuesta microvascular en ciertos pacientes con choque séptico.

La heterogeneidad en las respuestas podría deberse a varios factores, como la presencia de trombosis microvascular y mediadores inflamatorios que alteran la reactividad vascular, además de la variabilidad en la distensibilidad de los vasos renales entre individuos. A pesar de que el IRR es una herramienta útil para evaluar la resistencia vascular renal, en situaciones críticas como el choque séptico, la utilidad de este índice podría estar limitada por factores intrínsecos de la patología y la variabilidad interindividual.

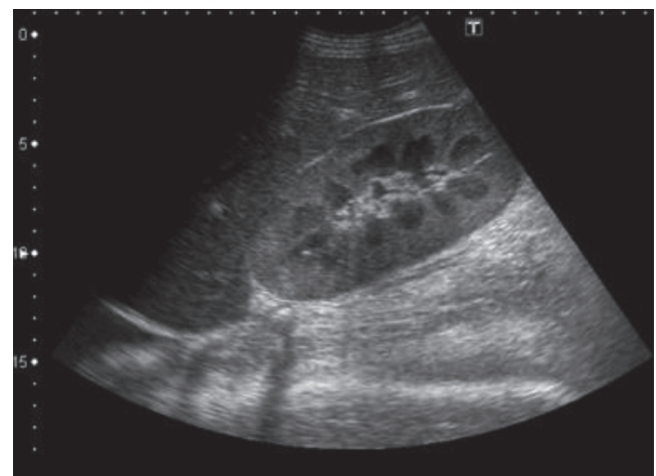
**Figura 3:** Vasos interlobares o arcuatas localizadas en la corteza. Doppler color (azul, mosaico) después pulsado. IRR normal <0.7.

Figura 4:

Riñón izquierdo.
Transductor a nivel de
la línea axilar posterior.
A menudo entre el
décimo y onceavo
espacio intercostal.
Se evalúan en ejes
transversal y longitudinal
(muesca arriba).

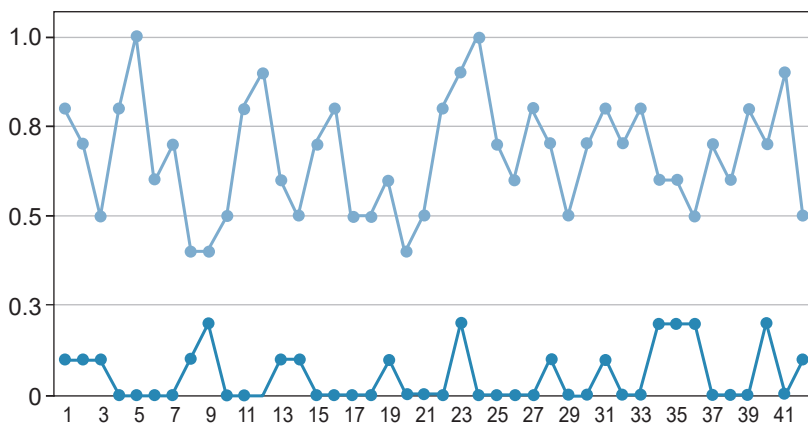
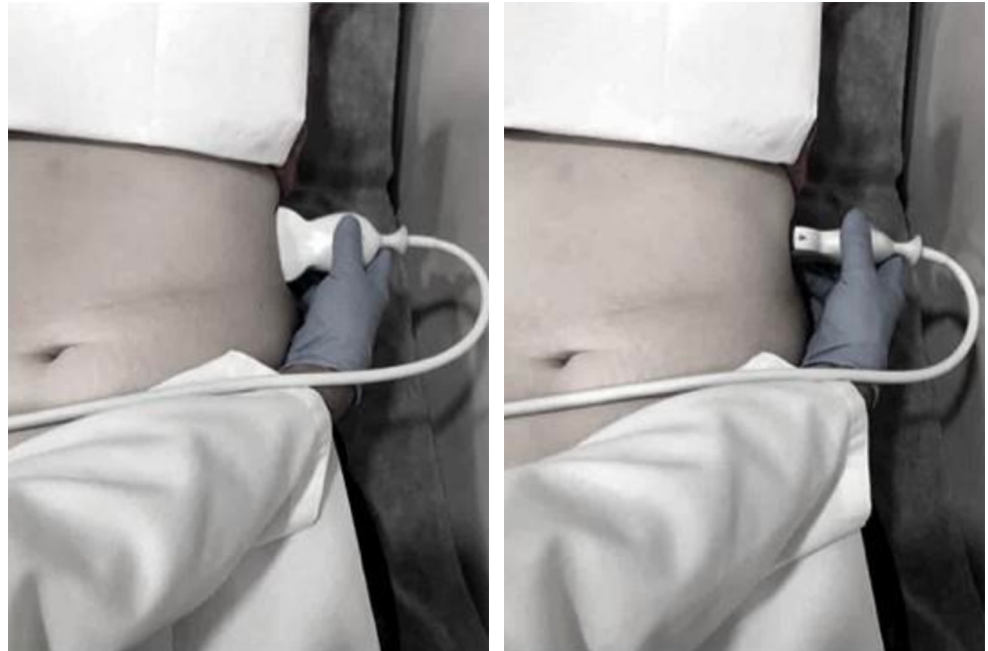


Figura 5:

Correlación entre el índice de resistencia renal y la dosis de norepinefrina.

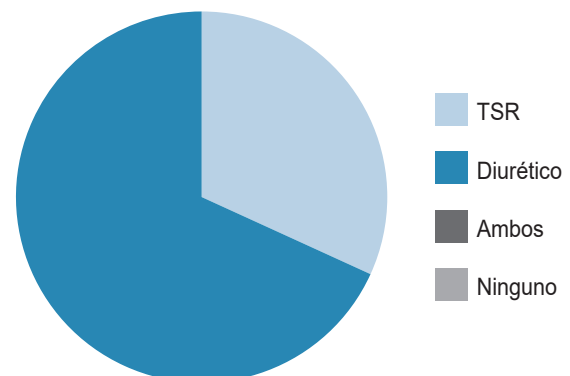
— Índice de resistencia renal
— Dosis de norepinefrina

El estudio destaca la relevancia de continuar explorando métodos de evaluación hemodinámica más precisos y la importancia de contextualizar la interpretación del IRR en el entorno clínico de cada paciente.

CONCLUSIONES

El objetivo de este estudio fue observar si hay cambios en el índice de resistencia renal en pacientes que requieren norepinefrina relacionado a las dosis, en pacientes ingresados en la unidad de terapia intensiva, concluimos según los resultados que los pacientes de 50 a 60 años fueron los más afectados, la comorbilidad más común fue la diabetes tipo 2 y el tratamiento más utilizado fue el diurético (Figura 6); se observó que no hay cambios significativos en

Figura 6: Requerimiento de diurético y terapia sustitutiva renal (TSR).



cuanto al índice de resistencia y la relación con la dosis de norepinefrina, con un índice de correlación de 0.2369033.

REFERENCIAS

1. Lameire N, Van Biesen W, Vanholder R. Acute renal failure. *Lancet*. 2005; 365 (9457): 417-430
2. Schrier RW, Wang W. Acute renal failure and sepsis. *N Engl J Med*. 2004; 351 (2): 159-169.
3. Beaubien-Souligny W, Rola P, Haycock K, Bouchard J, Lamarche Y, Spiegel R et al. Quantifying systemic congestion with point-of-care ultrasound: development of the venous excess ultrasound grading system. *Ultrasound J*. 2020; 12: (1): 16.
4. Deruddre S, Cheisson G, Mazoit JX, Vicaute E, Benhamou D, Duranteau J. Renal arterial resistance in septic shock: effects of increasing mean arterial pressure with norepinephrine on the renal resistive index assessed with Doppler ultrasonography. *Intensive Care Med*. 2007; 33 (9): 1557-1562.
5. Correa TD, Vuda M, Takala J, Djafarzadeh S, Silva E, Jakob SM. Increasing mean arterial blood pressure in sepsis: effects on fluid balance, vasopressor load and renal function. *Crit Care*. 2013; 17 (1): R21.
6. Dubin A, Pozo MO, Casabella CA, Pálizas F, Murias G, Moseinco MC, et al. Increasing arterial blood pressure with norepinephrine does not improve microcirculatory blood flow: a prospective study. *Crit Care*. 2009; 13 (3): R92.
7. Darmon M, Schortgen F, Vargas F, Liazydi A, Schlemmer B, Brun-Buisson C et al. Diagnostic accuracy of Doppler renal resistive index for reversibility of acute kidney injury in critically ill patients. *Intensive Care Med*. 2011; 37 (1): 68-76.
8. Lerolle N, Guérot E, Faisy C, Bornstain C, Diehl JL, Fagon JY. Renal failure in septic shock: predictive value of Doppler-based renal arterial resistive index. *Intensive Care Med*. 2006; 32 (10): 1553-1559.
9. Anile A, Ferrario S, Campanello L, Orban MA, Castiglione G. Renal resistive index: a new reversible tool for the early diagnosis and evaluation of organ perfusion in critically ill patients: a case report. *Ultrasound J*. 2019; 11 (1): 23.
10. Rozemeijer S, Haitsma Mulier JLG, Rottgering JG, Elbers PWG, Spoelstra-de Man AME, Tuinman PR et al. Renal resistive index: response to shock and its determinants in critically ill patients. *Shock*. 2019; 52 (1): 43-51.
11. Di Nicolò P, Granata A. Renal intraparenchymal resistive index: the ultrasonographic answer to many clinical questions. *J Nephrol*. 2019; 32 (4): 527-538.
12. Koratala A, Reisinger N. Venous excess Doppler ultrasound for the nephrologist: pearls and pitfalls. *Kidney Med*. 2022; 4 (7): 100482.
13. Ninet S, Schnell D, Dewitte A, Zeni F, Meziani F, Darmon M. Doppler-based renal resistive index for prediction of renal dysfunction reversibility: a systematic review and meta-analysis. *J Crit Care*. 2015; 30 (3): 629-635.
14. Dewitte A, Coquin J, Meyssignac B, Joannès-Boyau O, Fleureau C, Roze H et al. Doppler resistive index to reflect regulation of renal vascular tone during sepsis and acute kidney injury. *Crit Care*. 2012; 16 (5): R165.

Si desea consultar los datos complementarios de este artículo, favor de dirigirse a editorial.actamedica@saludangeles.mx