



# Índice de resistencia renal como predictor temprano de lesión renal aguda en pacientes con rabdomiólisis

Renal resistance index as an early predictor of acute kidney injury in patients with rhabdomyolysis

Índice de resistência renal como um indicador precoce de lesão renal aguda em pacientes com rabdomiólise

Jesús Alberto Gutiérrez Maldonado,\* Martín Mendoza Rodríguez\*

## RESUMEN

**Introducción:** el impacto de la lesión renal aguda es de 13-50%, reportándose una tasa de mortalidad de 59% en pacientes críticos en comparación con otras patologías asociadas. Por tanto, se necesitan nuevas herramientas de evaluación de la función renal que sean accesibles, reproducibles y rentables para detectar esta entidad de forma temprana.

**Objetivo:** demostrar que el índice de resistencia renal (IRR) es útil como predictor temprano de lesión renal aguda en pacientes con rabdomiólisis.

**Material y métodos:** estudio observacional, prospectivo y analítico. Se inscribieron pacientes en estado crítico con diagnóstico de rabdomiólisis y se les realizó mediciones de IRR, índice urinario y creatinina al ingreso y 24 horas.

**Resultados:** Fueron analizados 42 pacientes: 37 (88.1%) hombres y cinco (11.9%) mujeres. La etiología traumática fue la más frecuente 71.4%. Se registró asociación significativa del IRR al ingreso ( $p = 0.0089$ ), IRR a las 24 horas ( $p = 0.026$ ); los valores al ingreso mostraron un área bajo la curva (AUC) de 0.957 ( $p = 0.001$ ); punto de corte de 0.64; con una sensibilidad en éste de 92.85% y especificidad 10.71%.

**Conclusión:** en este grupo de pacientes los resultados encontrados muestran que el índice de resistencia renal es útil como predictor temprano de lesión renal aguda en pacientes con rabdomiólisis.

**Palabras clave:** rabdomiólisis, lesión renal aguda, índice de resistencia renal

## ABSTRACT

**Introduction:** the impact of acute kidney injury is 13-50%, reporting a mortality rate of 59% in critically ill patients compared to other associated pathologies. Therefore, new accessible, reproducible and cost-effective renal function assessment tools are needed to detect this entity early.

**Objective:** to demonstrate that the renal resistance index (RRI) is useful as an early predictor of acute kidney injury in patients with rhabdomyolysis.

**Material and methods:** observational, prospective and analytical study. Critically ill patients with a diagnosis of rhabdomyolysis were enrolled and underwent RRI, urinary index and creatinine measurements at admission and 24 hours.

**Results:** forty-two patients were analyzed: 37 (88.1%) men and five (11.9%) women. Traumatic etiology was the most frequent 71.4%. There was a significant association between RRI at admission ( $p = 0.0089$ ), RRI at 24 hours ( $p = 0.026$ ); values at admission showed an area under the curve (AUC) of 0.957 ( $p = 0.001$ ); cut-off point of 0.64; with a sensitivity of 92.85% and specificity of 10.71%.

**Conclusion:** in this group of patients, the results show that the renal resistance index is useful as an early predictor of acute kidney injury in patients with rhabdomyolysis.

**Keywords:** rhabdomyolysis, acute kidney injury, renal resistance index.

## RESUMO

**Introdução:** o impacto da lesão renal aguda é de 13 a 50%, com uma taxa de mortalidade de 59% relatada em pacientes em estado crítico em comparação com outras patologias associadas. Portanto, são necessárias novas ferramentas de avaliação da função renal acessíveis, reproduzíveis e econômicas para detectar essa entidade precocemente.

**Objetivo:** demonstrar que o índice de resistência renal (IRR) é útil como um indicador precoce de lesão renal aguda em pacientes com rabdomiólise.

**Material e métodos:** estudo observacional, prospectivo e analítico. Pacientes criticamente enfermos com diagnóstico de rabdomiólise foram incluídos e submetidos a medições de IRR, índice urinario e creatinina na admissão e em 24 horas.

**Resultados:** 42 pacientes representaram 88.1% do sexo masculino e 11.9% do sexo feminino. A etiologia traumática foi mais frequente, 71.4%. Associação significativa de IRR na admissão ( $p = 0.0089$ ), IRR em 24 horas ( $p = 0.026$ ); os valores na admissão mostraram um ABC de 0.957 ( $p = 0.001$ ); ponto de corte de 0.64; com sensibilidade de 92.85% e especificidade de 10.71%.

**Conclusão:** nesse grupo de pacientes, os resultados encontrados mostram que o índice de resistência renal é útil como um indicador precoce de lesão renal aguda em pacientes com rabdomiólise.

**Palavras-chave:** rabdomiólise, lesão renal aguda, índice de resistência renal.

## Abreviaturas:

AUC = área bajo la curva (Area Under the Curve).

Crs = creatinina sérica.

IRR = índice de resistencia renal.

KDIGO = Kidney Disease: Improving Global Outcomes (Enfermedad renal: mejorando los resultados globales).

LRA = lesión renal aguda.

RM = rabdomiólisis.

TRR = terapia de reemplazo renal.

TRRC = terapia de reemplazo renal continua.

UCI = Unidad de Cuidados Intensivos.

## INTRODUCCIÓN

La rabdomiólisis es causada por la destrucción del tejido muscular y la liberación de sus componentes a la circulación, lo que puede ser grave.<sup>1</sup> Esta se asocia con un síndrome clínico diverso caracterizado por trastorno electrolítico, creatinina (CK) sérica elevada y, en particular, lesión renal aguda debido a los efectos nefrotóxicos de la mioglobina liberada por las células musculares dañadas.<sup>2</sup>

El desarrollo de la rabdomiólisis (RM) se debe a un daño agudo de las células musculares causado por mecanismos muy diferentes, como físicos (traumáticos), genéticos o tóxicos.<sup>3</sup> Por otra parte, existen numerosos informes de casos de pacientes que desarrollan RM debido a traumatismos, ejercicio extenuante, efectos secundarios de medicamentos (como las estatinas), afecciones metabólicas o isquémicas, infecciones, intoxicación, mutaciones genéticas hereditarias, temperaturas extremas o abuso de drogas.<sup>3</sup> Aunque existen otras causas menos comunes como son las deficiencias enzimáticas, anomalías electrolíticas, toxinas y endocrinopatías.<sup>4</sup>

El trauma es una causa común de rabdomiólisis. Un estudio mostró que 85% de los pacientes gravemente

\* Hospital General La Villa. Ciudad de México, México.

Recibido: 16-09-2023. Aceptado: 29-11-2023.

**Citar como:** Gutiérrez MJA, Mendoza RM. Índice de resistencia renal como predictor temprano de lesión renal aguda en pacientes con rabdomiólisis. Med Crit. 2024;38(4):276-283. <https://dx.doi.org/10.35366/118218>

lesionados con algún grado de rabdomiólisis (creatininemia anormal) ingresaron en una unidad de cuidados intensivos, aunque sólo 10% desarrolló lesión renal y únicamente 5% de los pacientes requiere terapia de reemplazo renal continua (TRRC).<sup>5</sup> En cualquier caso, la destrucción de la membrana de la célula muscular y la eventual elevación de los constituyentes intramiofibrilares en el plasma da como resultado una gravedad de la rabdomiólisis que varía desde la elevación asintomática de creatinina hasta síntomas leves, lesión renal aguda, arritmias cardíacas, síndrome compartimental, choque hipovolémico o coagulación intravascular diseminada.<sup>2</sup> Y de ahí la importancia de su diagnóstico y adecuado manejo, ya que se dispone de revisiones y opiniones de expertos sobre el tema, donde se han sugerido algoritmos de tratamiento. Sin embargo, el tratamiento varía, existe incertidumbre clínica y faltan guías de práctica clínica.<sup>6</sup>

El manejo de la lesión renal aguda (LRA) ha cambiado drásticamente en los últimos 40 años, de una enfermedad de un solo órgano manejada sólo por nefrólogos a una enfermedad multifactorial manejada tanto por intensivistas como por nefrólogos.<sup>7</sup> Dado que la LRA aumenta la morbilidad y la mortalidad, la detección temprana y la prevención son cruciales.<sup>8</sup>

El incremento en la morbilidad y los costos generados en las unidades de cuidados intensivos y áreas críticas de una unidad hospitalaria con recursos limitados respecto al manejo del paciente con lesión renal aguda se ven sobrepasados. Ya que la LRA ocurre en aproximadamente 3-7% de los enfermos hospitalizados y en 25-30% de los pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), lo que representa 5-6% de la población.

Respecto al manejo, en fase aguda tiene como objetivo preservar la función renal y restaurar anormalidades metabólicas, a través de un aporte precoz y adecuado de volumen, asegurando una adecuada diuresis; y en situaciones de acidosis o hipercalcemia extremas, debe considerarse la hemodiálisis o terapia de reemplazo renal continua.

Una de las complicaciones que aumenta la mortalidad basal al ingreso a UCI es la aparición de lesión renal aguda, por lo que la detección oportuna de la misma podrá ayudar a dirigir el tratamiento y disminuir así los índices de morbilidad. Sin embargo, en cuanto al segundo y tercer nivel de atención hospitalaria, se cuenta con herramientas limitadas para su detección temprana, tales como creatinina sérica y tasa de filtrado glomerular, limitándose a las nuevas determinaciones capaces de detectar daño glomerular temprano.

Debido a las limitaciones actuales en la clasificación KDIGO para el diagnóstico temprano de LRA, el uso de biomarcadores parece prometedor para evaluación de los pacientes en riesgo de LRA;<sup>9</sup> aunado a ello, el ultrasonido renal y medición del índice de resistencia re-

nal (IRR) ha ganado un papel importante en los últimos años. Hasta el momento no se cuenta con estudios que evalúen su desempeño, especialmente en pacientes con rabdomiólisis.

Actualmente, el uso de ultrasonido durante la reanimación y revisiones primarias en áreas críticas se ha convertido en una extensión del examen físico; es rápido, objetivo y puede repetirse como sea necesario para monitorizar la rápida evolución de la condición crítica del paciente, es así como el índice de resistencia renal puede ser útil para detectar cambios tempranos relacionados con lesión renal en pacientes con rabdomiólisis.

En especial cuando se implementa de manera tardía la detección y el tratamiento sustitutivo de la función renal, surge entonces la necesidad de contar con nuevos marcadores de evaluación clínica de la función renal que sean accesibles, reproducibles, de bajo costo y aplicables a la cabecera del paciente, por lo que se requiere de herramientas diagnósticas tempranas para identificar de forma precoz esta entidad; que determinen la gravedad e identifiquen los factores de riesgo en grupos específicos, de los que destaca entre otros, el índice de resistencia renal.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Tipo de estudio.** Observacional, descriptivo, longitudinal, prospectivo y analítico.

**Población de estudio.** Pacientes mayores de 18 años con rabdomiólisis que ingresaron a la UCI del Hospital General La Villa de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México, y tratados por el equipo médicos de terapia intensiva.

**Muestra.** Estudio no aleatorizado de casos consecutivos en un número de pacientes que ingresaron a la UCI con diagnóstico de rabdomiólisis en el periodo comprendido del 30 de junio de 2022 al 30 de junio de 2023.

**Mediciones e instrumentos de medición.** Previa autorización por parte del Comité de Ética del Hospital, durante la investigación se inició con la identificación de los pacientes en la UCI que cumplieron con los criterios de inclusión y diagnóstico de rabdomiólisis en el periodo antes mencionado. A los pacientes seleccionados se les realizó el estudio ecográfico renal en modo Doppler y se midió, al ingreso y a las 24 horas, el índice de resistencia renal, así como la determinación de los valores de creatinina sérica y la cuantificación del índice urinario.

**Medición del índice de resistencia renal (IRR):** los pacientes fueron examinados en posición supina en la cama de la UCI y las mediciones se realizaron en ambos riñones o en el lado más accesible, ya que se ha demostrado que la diferencia en los valores de IRR entre los riñones izquierdo y derecho es insignificante en

pacientes sanos y en estado crítico.<sup>10</sup> El Doppler color se utiliza para visualizar la organización general de los vasos intrarrenales, y el Doppler de onda de pulso mide la velocidad del flujo en las arterias interlobulillares o arqueadas en los polos superior, medio e inferior del riñón con el ancho más pequeño posible entre 2 y 5 mm. Se establece la ganancia Doppler para obtener un contorno claro de la onda de flujo con un ruido de fondo mínimo. La espectroscopia Doppler de onda pulsada se considera óptima cuando cada polo exhibe al menos tres formas de onda consecutivas de apariencia similar. El IRR se calcula [(velocidad sistólica máxima – velocidad diastólica final) / velocidad sistólica máxima] para cada riñón. A partir de los valores de la IRR de ambos riñones se calculó la velocidad media del índice de resistencia renal.<sup>8</sup>

Para determinar si los pacientes desarrollaron LRA se consideraron las primeras 24-48 horas del ingreso a la UCI y los criterios de LRA se basaron en el volumen urinario y la determinación de creatinina sérica (KDIGO).

**Análisis estadísticos.** Una vez recabada la información, los datos se vaciaron en una hoja de cálculo del

programa Excel, para posteriormente hacer el análisis mediante estadística descriptiva. Las variables cuantitativas continuas no paramétricas se expresaron como medianas y rango intercuartil.

Para las variables paramétricas se expresarán en términos de media y desviación estándar (o mediana y rango, según la prueba de normalidad). En el caso de variables categóricas, se expresan como frecuencias y porcentajes realizando graficas de frecuencia para ilustrar los resultados.

La diferencia entre medianas se evaluó con la prueba de t de Student para grupos independientes (variables paramétricas) o la prueba de U de Mann Whitney (variables no paramétricas).

La capacidad discriminadora de la prueba se evaluó con curvas ROC (*Receiver Operating Characteristic*) obteniendo el área bajo la curva ROC (AUC), y se determinó el mejor punto de corte para obtener los valores de sensibilidad y especificidad. Para el análisis estadístico se usó el programa SPSS 25.0 (IBM, Armonk, NY, EUA), se consideró  $p < 0.05$  como valor significativo.

## RESULTADOS

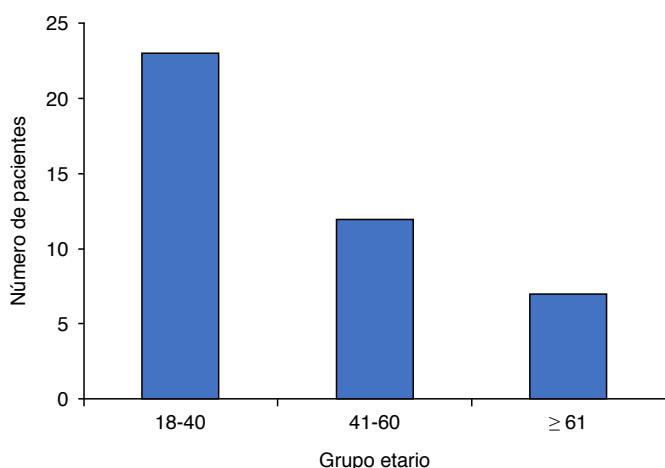


Figura 1: Número de pacientes respecto al grupo etario.

Se estudiaron 42 pacientes que cumplieron con los criterios de selección. Los hombres representaron 88.1% ( $n = 37$ ) del total y las mujeres 11.9% ( $n = 5$ ). La edad promedio fue de  $42.9 \pm 15.2$  años [mín.: 21 - máx.: 84]. El grupo etario que predominó fue de 18-40 años (54.8%;  $n = 23$ ), seguido por 41-60 (28.6%;  $n = 12$ ) y  $\geq 61$  (16.7%;  $n = 7$ ) (Figura 1). La etiología traumática fue la más frecuente (71.4%;  $n = 30$ ), seguida por la no traumática (28.6%;  $n = 12$ ).

El valor promedio de creatinina fue de  $6,891.5 \pm 13,605.1$  UI/L [mín.: 1,000 - máx.: 61,622]; la clasificación leve se presentó en 32 (76.2%) pacientes, moderada en 5 (11.9%) y severa en 5 (11.9%). Al ingreso, el IRR fue de  $0.63 \pm 0.12$  [mín.: 0.42 - máx.: 0.89;  $\leq 0.70$ ,  $n = 29$  (69%);  $\geq 0.71$ ,  $n = 13$  (31%)];

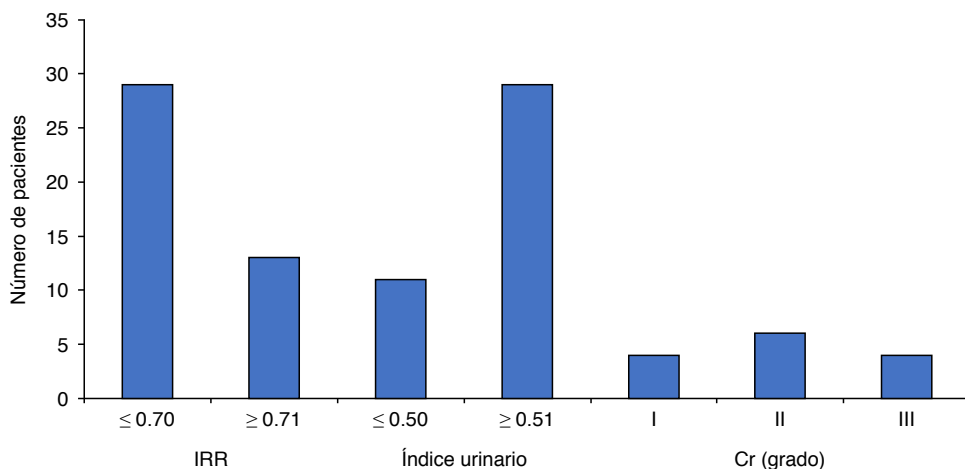
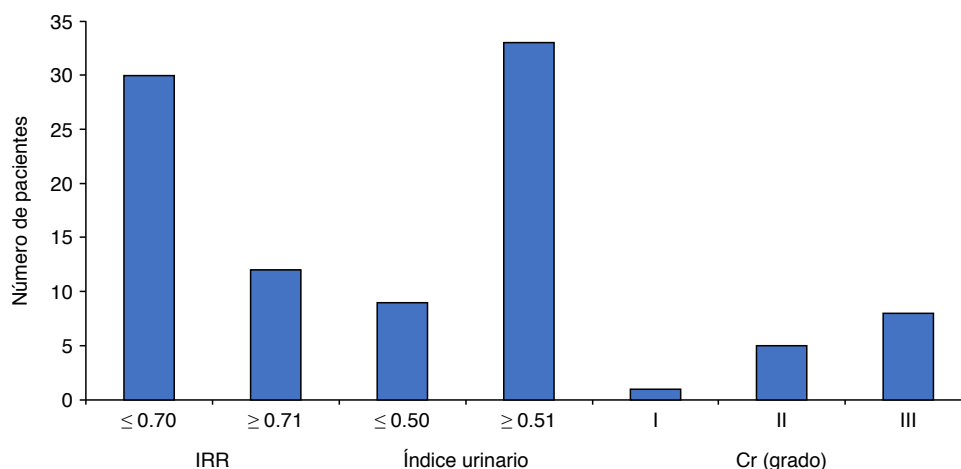


Figura 2:

Número de pacientes respecto al índice de resistencia renal (IRR), índice urinario y creatinina sérica (KDIGO) al ingreso.

**Figura 3:**

Número de pacientes respecto al índice de resistencia renal (IRR), índice urinario y creatinina sérica (KDIGO) después de 24 horas.



de  $0.86 \pm 0.51$  [mín.: 0.10 - máx.: 2.23;  $\leq 0.50$ ,  $n = 11$  (27.5%);  $\geq 0.51$ ,  $n = 29$  (72.5%)] y creatinina de  $1.68 \pm 1.32$  mg/dL [mín.: 0.50 - máx.: 5.1; grado I,  $n = 4$  (9.5%); grado II,  $n = 6$  (14.3%); grado III,  $n = 4$  (9.5%); sin LRA,  $n = 28$  (66.7%)] (Figura 2).

A las 24 horas después del ingreso, el IRR fue de  $0.63 \pm 0.13$  [mín.: 0.45 - máx.: 0.92;  $\leq 0.70$ ,  $n = 30$  (71.4%);  $\geq 0.71$ ,  $n = 12$  (28.6%)] el índice urinario fue de  $1.33 \pm 0.83$  [mín.: 0.10 - máx.: 3.50;  $\leq 0.50$ ,  $n = 9$  (21.4%);  $\geq 0.51$ ,  $n = 33$  (78.6%)] y creatinina de  $2.00 \pm 2.01$  mg/dL [mín.: 0.50 - máx.: 7.32; grado I,  $n = 1$  (2.4%); grado II,  $n = 5$  (11.9%); grado III,  $n = 8$  (19%), sin LRA,  $n = 28$  (66.7%)] (Figura 3 y Tabla 1).

La TRRC se requirió en siete pacientes (16.7%). La mortalidad de los pacientes que requirieron TRRC fue de 42.8% ( $n = 3$ ), pero si se toma en cuenta la población total en estudio ( $n = 42$ ) la mortalidad fue de 16.7% ( $n = 7$ ). En la Tabla 2 se muestran los valores promedio de IRR e índice urinario al ingreso y después de 24 horas respecto a creatinina sérica (KDIGO).

El IRR al ingreso presentó diferencias significativas ( $p = 0.001$ ); registrando el grado I valores de  $0.72 \pm 0.05$ ; grado II,  $0.70 \pm 0.11$ ; grado III,  $0.81 \pm 0.12$ ; y sin LRA,  $0.58 \pm 0.10$ .

El IRR a las 24 horas respecto a creatinina sérica (KDIGO) de igual modo presentó diferencias significativas ( $p = 0.001$ ); en grado I registró un valor de 0.70; grado II,  $0.79 \pm 0.03$ ; grado III,  $0.80 \pm 0.08$ ; sin LRA,  $0.55 \pm 0.06$   $p = 0.001$ .

El índice urinario respecto a creatinina sérica (KDIGO) también registró diferencias significativas a las 24 horas ( $p = 0.001$ ), en el cual el grado I registró un valor medio de 0.04; el grado II,  $0.67 \pm 0.73$ ; el grado III,  $0.64 \pm 0.56$ ; y sin LRA,  $1.68 \pm 0.05$ .

En la Tabla 3 se registró asociación significativa del IRR al ingreso ( $p = 0.0089$ ), IRR a las 24 horas ( $p = 0.026$ ), TRR ( $p = 0.003$ ) y mortalidad ( $p = 0.001$ ) con creatinina (Cr) (grados) al ingreso. La asociación de Cr

**Tabla 1:** Valores promedio de creatinina; IRR, índice urinario y creatinina al ingreso; IRR, índice urinario y creatinina sérica a las 24 horas.

| Variable                   | Mín.  | Máx.   | Media $\pm$ desviación estándar |
|----------------------------|-------|--------|---------------------------------|
| Creatinina                 | 1,000 | 61,622 | $6,891.48 \pm 13,605.07$        |
| IRR al ingreso             | 0.42  | 0.89   | $0.63 \pm 0.12$                 |
| Índice urinario al ingreso | 0.10  | 2.23   | $0.86 \pm 0.51$                 |
| Creatinina al ingreso      | 0.50  | 5.10   | $1.68 \pm 1.32$                 |
| IRR a 24 horas             | 0.45  | 0.92   | $0.63 \pm 0.13$                 |
| Índice urinario a 24 horas | 0.10  | 3.50   | $1.33 \pm 0.84$                 |
| Creatinina a 24 horas      | 0.50  | 7.32   | $2.00 \pm 2.01$                 |

IRR = índice de resistencia renal.

(grados) a las 24 horas fue significativa con IRR al ingreso ( $p = 0.001$ ), IRR a las 24 horas ( $p = 0.001$ ), TRR ( $p = 0.001$ ) y mortalidad ( $p = 0.001$ ).

Los valores de IRR a las 24 horas registraron mejor desempeño predictivo de LRA, con un área bajo la curva (ABC) de 0.997 ( $p = 0.001$ ); punto de corte de 0.66, el cual mostró sensibilidad de 100% y especificidad de 3.57%. Los valores al ingreso mostraron una ABC de 0.957 ( $p = 0.001$ ); punto de corte de 0.64; con una sensibilidad en éste de 92.85% y especificidad de 10.71% (Tabla 4 y Figura 4).

## DISCUSIÓN

En la presente investigación se estudiaron 42 pacientes que cumplieron con los criterios de selección para rabiomiólisis. Los hombres representaron 88.1% ( $n = 37$ ) del total y las mujeres 11.9% ( $n = 5$ ). Los resultados no difieren de otros autores con la frecuencia de esta patología con diversa etiología.

La edad promedio fue  $42.9 \pm 15.2$  años [mín.: 21 – máx.: 84]. Estos datos están en relación con la edad productiva de los pacientes estudiados que frecuentemente están expuestos a diversas causas que generan

la rabdomiólisis. Lo cual no difiere con lo reportado en la literatura global que considera la edad promedio de esta patología.

La etiología traumática fue la más frecuente (71.4%; n = 30), seguida por la no traumática (28.6%; n = 12), lo cual está acorde con lo informado en la literatura.

La predicción del riesgo de desarrollo de LRA en la rabdomiólisis se ha centrado en la interpretación de la

creatininasa sérica, en la que los niveles máximos y al ingreso se correlacionan con el desarrollo de LRA en una población, pero con un amplio solapamiento que dificulta la predicción diagnóstica en pacientes individuales y sólo los niveles muy altos se asocian de forma consistente con la LRA.<sup>7</sup>

En este estudio, el valor promedio de la creatinina fue  $6,891.5 \pm 13,605.1$  UI/L [mín: 1,000 – máx: 61,622];

**Tabla 2:** Valores promedio de IRR e índice urinario al ingreso y después de 24 horas respecto a creatinina sérica (KDIGO).

| Ingreso         |            |                             |                 |                 |      |      |       |
|-----------------|------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|------|------|-------|
| Variable        | Cr (grado) | Media ± desviación estándar | IC95%           |                 | Min. | Máx. | p     |
|                 |            |                             | Límite inferior | Límite superior |      |      |       |
| IRR             | I          | 0.72 ± 0.05                 | 0.64            | 0.80            | 0.67 | 0.79 | 0.001 |
|                 | II         | 0.70 ± 0.11                 | 0.59            | 0.82            | 0.56 | 0.89 |       |
|                 | III        | 0.81 ± 0.12                 | 0.62            | 1.01            | 0.63 | 0.89 |       |
|                 | Sin LRA    | 0.58 ± 0.10                 | 0.54            | 0.62            | 0.42 | 0.81 |       |
| Índice urinario | I          | 0.63 ± 0.84                 | -1.45           | 2.72            | 0.10 | 1.60 | 0.447 |
|                 | II         | 0.85 ± 0.47                 | 0.36            | 1.34            | 0.30 | 1.44 |       |
|                 | III        | 0.54 ± 0.64                 | -0.49           | 1.56            | 0.15 | 1.50 |       |
|                 | Sin LRA    | 0.93 ± 0.47                 | 0.75            | 1.12            | 0.30 | 2.23 |       |
| 24 horas        |            |                             |                 |                 |      |      |       |
| IRR             | I          | 0.70 -                      | -               | -               | 0.70 | 0.70 | 0.001 |
|                 | II         | 0.79 ± 0.03                 | 0.75            | 0.82            | 0.74 | 0.81 |       |
|                 | III        | 0.80 ± 0.08                 | 0.73            | 0.87            | 0.67 | 0.92 |       |
|                 | Sin LRA    | 0.55 ± 0.06                 | 0.53            | 0.57            | 0.45 | 0.68 |       |
| Índice urinario | I          | 0.40 -                      | -               | -               | 0.40 | 0.40 | 0.001 |
|                 | II         | 0.67 ± 0.73                 | -0.24           | 1.58            | 0.10 | 1.94 |       |
|                 | III        | 0.64 ± 0.56                 | 0.17            | 1.11            | 0.10 | 1.40 |       |
|                 | Sin LRA    | 1.68 ± 0.72                 | 1.40            | 1.96            | 0.85 | 3.50 |       |

IRR = índice de resistencia renal.

**Tabla 3:** Asociación de IRR al ingreso y después de 24 horas, TRR y mortalidad respecto a creatinina sérica (KDIGO).

| Variable           | Indicador   | Cr al ingreso     |    |     |         | p     |
|--------------------|-------------|-------------------|----|-----|---------|-------|
|                    |             | I                 | II | III | Sin LRA |       |
| IRR al ingreso     | $\leq 0.70$ | 1                 | 3  | 1   | 24      | 0.008 |
|                    | $\geq 0.71$ | 3                 | 3  | 3   | 4       |       |
| IRR a las 24 horas | $\leq 0.70$ | 2                 | 3  | 1   | 24      | 0.026 |
|                    | $\geq 0.71$ | 2                 | 3  | 3   | 4       |       |
| TRR                | No          | 4                 | 4  | 1   | 26      | 0.003 |
|                    | Sí          | -                 | 2  | 3   | 2       |       |
| Mortalidad         | No          | 2                 | 4  | 1   | 28      | 0.001 |
|                    | Sí          | 2                 | 2  | 3   | -       |       |
| Variable           | Indicador   | Cr a las 24 horas |    |     |         | p     |
|                    |             | I                 | II | III | Sin LRA |       |
| IRR al ingreso     | $\leq 0.70$ | 1                 | -  | 3   | 25      | 0.001 |
|                    | $\geq 0.71$ | -                 | 5  | 5   | 3       |       |
| IRR a las 24 horas | $\leq 0.70$ | 1                 | -  | 1   | 28      | 0.001 |
|                    | $\geq 0.71$ | -                 | 5  | 7   | -       |       |
| TRR                | No          | 1                 | 4  | 2   | 28      | 0.001 |
|                    | Sí          | -                 | 1  | 6   | -       |       |
| Mortalidad         | No          | 1                 | 3  | 3   | 28      | 0.001 |
|                    | Sí          | -                 | 2  | 5   | -       |       |

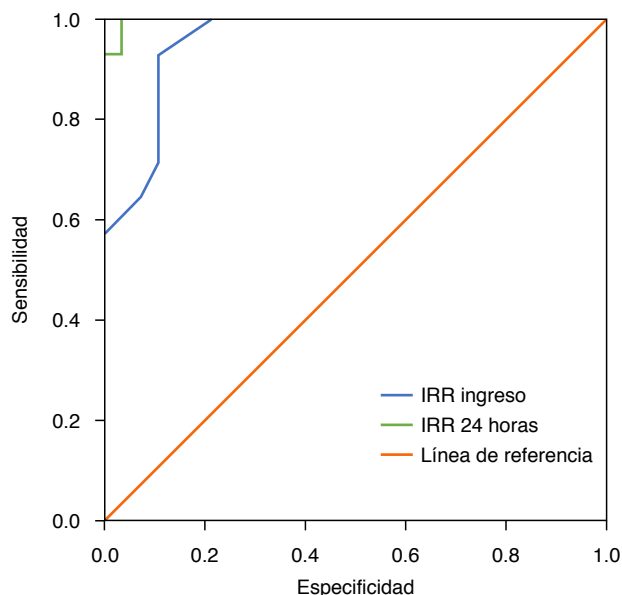
KDIGO = *Kidney Disease: Improving Global Outcomes* (enfermedad renal: mejora de los resultados globales). TRR = terapia de reemplazo renal. IRR = índice de resistencia renal.



**Tabla 4:** Área bajo la curva (ABC) de IRR al ingreso y después de 24 horas.

| Indicadores | Área  | Error estándar | Significación asintótica | IC95% asintótico |                 |
|-------------|-------|----------------|--------------------------|------------------|-----------------|
|             |       |                |                          | Límite inferior  | Límite superior |
| IRR         |       |                |                          |                  |                 |
| Ingreso     | 0.957 | 0.028          | 0.001                    | 0.903            | 1.000           |
| 24 horas    | 0.997 | 0.004          | 0.001                    | 0.989            | 1.000           |

IC95% = intervalo de confianza de 95%. IRR = índice de resistencia renal.

**Figura 4:** Curva ROC del índice de resistencia renal (IRR) al ingreso y después de 24 horas.

los valores sirvieron para catalogar la severidad de rabdomiólisis, la cual se clasificó en leve, moderada y severa. Se observó leve en 32 (76.2%) pacientes, moderada en cinco (11.9%) y severa en cinco (11.9%), resultados que están relacionados con lo publicado en la literatura internacional.

Es de hacer notar que de los pacientes que cursaron con niveles de creatinina moderada a severa, siete (16.7%) requirieron terapia de reemplazo renal continua (TRRC) con la misma mortalidad significativa entre ellos a su uso. Por lo general, el IRR es normal o reducido en la LRA prerrenal, mientras que aumenta rápidamente cuando una vasoconstricción persistente provoca daño tubular. El IRR es mayor en la LRA que en la enfermedad glomerular aguda (0.75 frente a 0.58); e incluso es mayor en pacientes con necrosis tubular aguda (NTA), vasculitis o síndrome hepatorenal (SHR) (> 0.78-0.82).

En el estudio se encontró que el IRR al ingreso fue  $0.63 \pm 0.12$  [mín: 0.42 – máx: 0.89;  $\leq 0.70$ ,  $n = 29$  (69%);  $\geq 0.71$ ,  $n = 13$  (31%)]. Si se toma en cuenta este rango, se puede actuar en forma preventiva en el manejo

médico de pacientes que cursen con riesgo de LRA por rabdomiólisis. Situación que no se ha documentado en la literatura internacional hasta al momento.

El índice urinario registró datos con rangos de  $0.86 \pm 0.51$  [mín: 0.10 – máx: 2.23;  $\leq 0.50$ ,  $n = 11$  (27.5%);  $\geq 0.51$ ,  $n = 29$  (72.5%)] y la creatinina de  $1.68 \pm 1.32$  mg/dL [mín: 0.50 – máx: 5.1; y grados de severidad de acuerdo con KDIGO: grado I,  $n = 4$  (9.5%); grado II,  $n = 6$  (14.3%); grado III,  $n = 4$  (9.5%); sin LRA,  $n = 28$  (66.7%)]. Los cuales no mostraron diferencia significativa, lo que coincide con lo reportado en la literatura.

A las 24 horas después del ingreso, el IRR fue  $0.63 \pm 0.13$  [mín: 0.45 – máx: 0.92;  $\leq 0.70$ ,  $n = 30$  (71.4%);  $\geq 0.71$ ,  $n = 12$  (28.6%)]; el índice urinario de  $1.33 \pm 0.83$  [mín: 0.10 – máx: 3.50;  $\leq 0.50$ ,  $n = 9$  (21.4%);  $\geq 0.51$ ,  $n = 33$  (78.6%)]; y creatinina de  $2.00 \pm 2.01$  [mín: 0.50 – máx: 7.32; grado I,  $n = 1$  (2.4%); grado II,  $n = 5$  (11.9%); grado III,  $n = 8$  (19%), sin LRA,  $n = 28$  (66.7%)]. De igual manera sin mostrar diferencia significativa como lo reportado en la literatura.

Entre las limitaciones de este estudio, se encuentra el reducido número de pacientes evaluados y el hecho de que se trata de un estudio de un solo centro. La clasificación de AKI utilizando la clasificación KDIGO se realizó retrospectivamente, pero esta clasificación tiene limitaciones. Una menor proporción de pacientes alcanzó LRA KDIGO II y III, algunos de los cuales requirieron TRRC y la mayoría de los pacientes experimentaron LRA transitoria. Además, para aquellos casos cuya creatinina sérica basal (Cr<sub>s</sub>) era desconocida al ingreso, la Cr<sub>s</sub> más baja durante la hospitalización se consideró basal. Esta definición, junto con la presentación de Cr<sub>s</sub> en pacientes de cuidados intensivos, puede sobreestimar la proporción de lesión renal aguda, por lo que los resultados deben interpretarse con cautela.<sup>11</sup> Aun así, la información necesita ser validada en grupos más grandes.

En este estudio, al someter los resultados a un área bajo la curva (AUC) ROC se observó un valor al ingreso de IRR  $0.64 \pm 0.12$  [mín: 0.42 – máx: 0.89;  $\leq 0.70$ ,  $n = 29$  (69%);  $\geq 0.71$ ,  $n = 13$  (31%)] con AUC = 0.957, lo cual significa que este índice tiene mayor sensibilidad que especificidad. Esto se puede deber a que el IRR es un marcador fiable de LRA, puesto que si los valores basales de IRR son normales (< 0.68), los pacientes no desarrollan LRA. Por el contrario, cuando los valores basales de IRR son > 0.77-0.78, los pacientes desarrollan una disfunción aguda renal. La nula especificidad se puede deber a que existen otros factores de riesgo asociados que pueden alterar la función renal posterior a las 24 horas. Los datos disponibles sugieren que una reducción progresiva del IRR hacia valores acordes con un flujo sanguíneo de baja resistencia es predictiva de la recuperación renal.<sup>7</sup>

Si se compara este estudio con el efectuado por Haitsma Mulier y colaboradores<sup>12</sup> el cual reporta la uti-

lidad del IRR al ingreso en UCI como predictor de LRA significativa (KDIGO grado II-III), y demuestra que el IRR es herramienta útil para una evaluación temprana de los pacientes con riesgo de LRA, con un OR 1.012 (1.006-1.019); AUC 0.72 (0.61-0.83), con un punto de corte del IRR en 0.74, sensibilidad de 53%, y especificidad de 87. Pero en este caso no se logra ver la especificidad con lo antes mencionado.

Dada la alta frecuencia de LRA en pacientes en UCI por múltiples etiológicas, se ha tratado de unificar un punto de corte del valor del IRR. En el caso de pacientes con sepsis en UCI,<sup>13</sup> se reporta un incremento significativo en el IRR al ingreso en aquellos casos que presentaban LRA ( $0.77 \pm 0.08$  versus  $0.68 \pm 0.08$ ,  $p < 0.001$ ). En cambio, Zhi H y colaboradores<sup>14</sup> evaluaron el desempeño del IRR y el análisis semicuantitativo Doppler-poder en predecir LRA, encontrando diferencia sólo en los pacientes bajo cirugía cardiaca sin diferencias en el grupo con sepsis. Si bien no se ha determinado un punto de corte generalizado en el contexto de sepsis y LRA, algunos estudios han establecido puntos entre 0.60 y 0.7235.<sup>15</sup> En nuestro caso, el punto de mejor sensibilidad para asociación con LRA en pacientes con rabdomiólisis en cualquier grado fue de  $0.64 \pm 0.11$ , mostrando correlación positiva entre el IRR y la probabilidad de LRA.

## CONCLUSIÓN

Se demostró que el índice de resistencia renal (IRR) es útil como predictor temprano de lesión renal aguda en pacientes con rabdomiólisis ingresados a la UCI (área bajo la curva  $> 0.900$  y punto de corte a su ingreso de 0.63). Se midió el IRR en los pacientes con rabdomiólisis al ingreso y a las 24 horas. Se evaluaron los niveles de creatinina e índice urinario al ingreso a la UCI y a las 24 horas. Se observó que los valores de creatinina elevados y el índice urinario bajos dependían del tiempo de evolución y la etiología de la rabdomiólisis. Se comparó el IRR con los niveles de creatinina de acuerdo con la clasificación de KDIGO de LRA al ingreso y a las 24 horas; se observó que los niveles de creatinina elevados se relacionaban con mayor IRR. También se comparó el IRR con los niveles de índice urinario de acuerdo con la clasificación de KDIGO de LRA al ingreso y a las 24 horas; se observó que los niveles de índice urinario bajos se relacionaban con mayor IRR. Los niveles de creatinina se elevaron en todos los pacientes con rabdomiólisis. La etiología más frecuente que se encontró en pacientes con rabdomiólisis fue la traumática. El grupo etario de pacientes con lesión renal aguda que predominó fue el de 18-40 años. La mortalidad de los pacientes con lesión renal aguda asociados a rabdomiólisis mediante el IRR fue de 16.7%.

Utilizar el ultrasonido a la cabecera del paciente deberá entonces formar parte de una evaluación estándar de los pacientes críticos y la medición del IRR podría formar parte de la evaluación sistematizada en los pacientes que ingresan al área de cuidados intensivos.

Por lo cual, se recomienda realizar investigaciones relacionadas al tema considerando un mayor número de pacientes y variables de estudio para mejorar la prueba diagnóstica en diferentes escenarios encontrados en la práctica clínica con el propósito de fortalecer el manejo clínico oportuno.

## REFERENCIAS

1. Cortés R, Kleinstaub K, Paz-Vargas C, Avaria MA. Rabdomiólisis metabólica: actualización. *Rev Med Clin Condes*. 2018;29(5):553-559. doi: 10.1016/j.rmcl.2018.08.003.
2. Salazar J, Mejías J, Chávez M, Chimbo C, Chimbo A, González T, et al. Rabdomiólisis: bases moleculares y presentaciones clínicas. *Archivos Venezolanos de farmacología y Terapéutica*. 2018;37:145-154.
3. Stahl K, Rastelli E, Schoser B. A systematic review on the definition of rhabdomyolysis. *J Neurol*. 2020;267(4):877-882. doi: 10.1007/s00415-019-09185-4.
4. Huerta-Alardin AL, Varon J, Marik PE. Bench-to-bedside review: Rhabdomyolysis an overview for clinicians. *Crit Care*. 2005;9(2):158-169.
5. Kodadek L, Carmichael II SP, Seshadri A, Pathak A, Hoth J, Appelbaum R, et al. Rhabdomyolysis: an-American Association for the Surgery of Trauma Critical Care Committee Clinical Consensus Document. *Trauma Surg Acute Care Open*. 2022;7(1):e000836. doi: 10.1136/tsaco-2021-000836.
6. Michelsen J, Cordtz J, Liboriussen L, Behzadi MT, Ibsen M, Damholt MB, et al. Prevention of rhabdomyolysis-induced acute kidney injury - A DASAIM/DSIT clinical practice guideline. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2019;63(5):576-586. doi: 10.1111/aas.13308.
7. Erick H. Epidemiología de la lesión renal aguda en pacientes críticamente enfermos. In: Claudio Ronco RB. Cuidados intensivos en Nefrología. 3rd ed. España: Elsevier; 2020; p. 81-85.
8. Márquez-Molina J, Auza-Santiváñez JC, Cruz-Choquepota E, Antezana-Muñoz JB, Arteaga-Iriarte O, Fernández-Burgoa H. Early prediction of acute kidney injury in neurocritical patients: relevance of renal resistance index and intrarenal venous Doppler as diagnostic tools. *Data and Metadata*. 2023;2:30. doi: 10.56294/dm202330.
9. Ostermann M, Zarbock A, Goldstein S, Kashani K, Macedo E, Murugan R, et al. Recommendations on acute kidney injury biomarkers from the acute disease quality initiative consensus conference: a consensus statement. *JAMA Netw Open*. 2020;3(10):e2019209. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.19209.
10. Orso D, Paoli I, Piani T, Cilenti FL, Cristiani L, Guglielmo N. Accuracy of ultrasonographic measurements of inferior vena cava to determine fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis. *J Intensive Care Med*. 2020;35(4):354-363. doi: 10.1177/0885066617752308.
11. Legrand M, Kellum JA. Serum creatinine in the critically ill patient with sepsis. *JAMA*. 2018;320(22):2369-2370. doi: 10.1001/jama.2018.16627.
12. Haitsma Mulier JLG, Rozemeijer S, Rottgering JG, Spoelstra-de Man AME, Elbers PWG, Tuinman PR, et al. Renal resistive index as an early predictor and discriminator of acute kidney injury in critically ill patients; a prospective observational cohort study. *PLoS One*. 2018;13(6):e0197967. doi: 10.1371/journal.pone.0197967.
13. Lerolle N, Guérot E, Faisy C, Bornstain C, Diehl JL, Fagon JY. Renal failure in septic shock: predictive value of Doppler-

- base renal arterial resistive index. *Intensive Care Med.* 2006;32(10):1553-1559. doi: 10.1007/s00134-006-0360-x.
14. Zhi H, Zhang M, Cui X, Li Y. Renal echography and cystatin C for prediction of acute kidney injury: very different in patients with cardiac failure or sepsis. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue.* 2019;31(10):1258-1263. doi: 10.3760/cma.j.is.sn.2095-4352.2019.10.015.
15. Kuznetsova T, Cauwenberghs N, Knez J, Thijs L, Liu YP, Gu YM, et al. Doppler index of left ventricular systolic and diastolic Flow and central pulse pressure in relation to renal resistive index. *Am J Hypertens.* 2015;28(4):535-545. doi: 10.1093/ajh/hpu185.

**Conflicto de intereses:** sin conflictos y patrocinios.

*Correspondencia:*

**Jesús Alberto Gutiérrez Maldonado**

**E-mail:** drjessan87@gmail.com