Aporte de oxígeno durante la CEC e insuficiencia renal aguda: estudio preliminar

Oxygen delivery during cardiopulmonary bypass and acute kidney injury: Preliminary Study

RESUMEN / ABSTRACT

Objetivo: evaluar si existe una correlación entre aporte de oxígeno durante la circulación extracorpórea y la aparición de insuficiencia renal aguda en el postoperatorio inmediato de pacientes intervenidos de cirugía cardiaca, así como identificar posibles factores de riesgo.

Métodos: Se realizó un estudio observacional retrospectivo de pacientes intervenidos de cirugía cardiaca programada entre mayo de 2016 y febrero de 2018 en los que se utilizó el System M-M4 para el control de gases en línea. Se excluyeron pacientes con diagnóstico preoperatorio de insuficiencia renal crónica. Para el aporte de O₂ se hizo la media de todos los registros del M4.

Resultados: Se estudiaron 133 pacientes (35,3% mujeres) con una edad media de $64,9 \pm 10,9$ años. La incidencia de insuficiencia renal aguda fue del 18,8% (AKI II: 12%; AKI III: 3%; AKI III: 3,8%). No existió ninguna correlación entre esta y aporte de O_2 (251 \pm 43 vs 247 \pm 52, ns), aunque si hubo diferencia cuando los pacientes necesitaron terapia renal sustitutiva (251 \pm 43 vs 198 \pm 18, p=0,04). Hubo aumento significativo del riesgo de IRA en pacientes con diabetes; hipertensión arterial; hipertensión pulmonar; fibrilación auricular crónica; administración de concentrado de hematíes y hemoderivados en quirófano; reintervención por sangrado; ácido láctico y glucemia elevados post CEC; tiempos prolongados de bomba e isquemia; y en cirugía combinada.

Conclusiones: No se encontró una relación directa entre aporte de O_2 e IRA, aunque si hubo un menor aporte de O_2 de forma significativa en pacientes que necesitaron terapia renal sustitutiva postoperatoria.

Palabras clave: circulación extracorpórea, insuficiencia renal aguda, aporte de oxígeno.

Objective: to assess whether there is a relationship between oxygen delivery during cardiopulmonary bypass and the incidende of acute kidney injury in the immediate postoperative period of patients undergoing cardiac surgery, as well as to identify possible risk factors.

Material and method: A retrospective observational study of patients undergoing cardiac surgery scheduled between May 2016 and February 2018 was carried out in which the M-M4 System was used for online blood gases. Patients with preoperative diagnosis of chronic renal failure were excluded. For the oxigen delivery, the average of all M4 records was made.

Results: 133 patients (35.3% women) with a mean age of 64.9 \pm 10.9 years were studied. The incidence of acute kidney injury was 18.8% (AKI I: 12%; AKI II: 3%; AKI III: 3.8%). There was no correlation between acute kidney injury and $\rm O_2$ delivery (251 \pm 43 vs 247 \pm 52, ns), if there was a difference when patients needed renal replacement therapy (251 \pm 43 vs 198 \pm 18, p = 0.04). There was a significant increase risk in diabetes; HTA; pulmonary arterial hypertension; chronic atrial fibrilation; red blood cell concentrate and blood products administration in the operating room; redo for bleeding; high lactic acid and glycemia post cardiopulmonary bypass; prolonged pump and ischemia times; and combined surgery.

Conclusions: There was no direct relationship between O_2 delivery and acute kidney injury, although there was a significantly lower O_2 delivery in patients who needed postoperative renal replacement therapy.

Keywords: cardiopulmonary bypass, acute kidney injury, oxygen delivery.



Juan Carlos Santos Palominio Enfermero Perfusionista Hospital General Universitario de Málaga



Ma Carmen Santos Palomino Enfermera Perfusionista Hospital «Virgen de la Victoria». Málaga



Carlos Casado Sánchez

Enfermero Perfusionista
Hospital General Universitario de Málaga

Mariluz Recio Recio Enfermera Perfusionista

Enfermera Perfusionista Hospital General Universitario de Málaga

Antonio Cabrera López

Enfermero Perfusionista Hospital General Universitario de Málaga

Rafael Cid Vivas

Enfermero Perfusionista Hospital General Universitario de Málaga

> Juan Carlos Santos Palomino Avenida Carlos Haya s/n 29010 – Málaga Email: pscj17@hotmail.com

Recibido: septiembre de 2019 Aceptado: octubre de 2019

INTRODUCCIÓN

La insuficiencia renal aguda (IRA) es una de las complicaciones que más preocupan en cirugía cardiaca siendo una de las causas principales de morbi-mortalidad. Si nos centramos en las últimas revisiones sistemáticas, la incidencia de IRA está en torno al 22%^{1,2}, de los que entre 2-3% necesitaron de terapia renal sustitutiva (TRS). Además, por leve que sea la lesión siempre está asociada a una mayor mortalidad, incluso a largo plazo, y a una mayor estancia en cuidados intensivos y en el hospital³.

No obstante, el uso de diferentes criterios a lo largo del tiempo en el diagnóstico de la IRA se ha convertido en un importante problema a la hora de conocer su incidencia real. En los numerosos estudios publicados se han podido encontrar hasta 35 definiciones diferentes de IRA en relación con la cirugía cardiaca⁴, desde un incremento de 0,1 mg/dL en la creatinina sérica hasta la TRS. Actualmente las dos principales escalas usadas son RIFLE y AKIN, así como el criterio KDIGO (Kidney Diseases: Improving Global Outcomes)⁵.

Podemos decir que la IRA es una reducción brusca de la función renal, que puede ocurrir en horas o días. Esto se traduce en una disminución del filtrado glomerular y un acúmulo de productos nitrogenados séricos (elevación de creatinina y urea) y con incapacidad para regular la homeostasis (equilibrio ácido-base e hidroelectrolítico), pudiendo estar asociada o no a una disminución de la diuresis. La lesión más frecuente es la necrosis tubular aguda, de causa multifactorial y que dependiendo de su severidad dará lugar a diferentes grados de insuficiencia renal. La lesión renal se detecta cuando existe una disminución en la tasa de filtración glomerular, lo cual se manifiesta a través del aumento de la creatinina sérica, pero su detección puede retrasarse entre 24 y 48 horas. En los últimos años han ido apareciendo biomarcadores que pueden indicar daño molecular y celular renal entre los que destacan NGAL, Cistatina C, KIM 1, IL-18, TIMP-2 y IGFBP-7. Los más estudiados han sido el NGAL, con mayor efectividad en niños6 y por otro lado, existe una herramienta diagnóstica "Nephrocheck" que combina TIMP-2/IGFBP-7, donde un valor de corte por encima de 0,3 µg/dL, tiene valor predictivo para estadios II-III de AKIN en las determinaciones a las 6h de finalizar la circulación extracorpórea (CEC)7

También se han desarrollado múltiples escalas de riesgo para la IRA en cirugía cardiaca, con el objetivo de mejorar las posibles estrategias preventivas perioperatorias, un manejo individualizado del paciente y un acercamiento al diagnóstico precoz de la misma. No obstante, estas escalas tienen una buena discriminación en la evaluación de grupos de bajo riesgo, sin embargo, tienen una discriminación relativamente pobre en pacientes de riesgo moderado a alto⁸. Además, las mejores escalas han usado la IRA que re-

quiere TRS como resultado primario^{9,10}, lo cual presenta dos problemas, primero que solo el 1-3% de los pacientes necesita de dicha terapia y segundo, los diferentes criterios clínicos para aplicar la TRS. La existencia de una enfermedad renal previa parece ser el factor de riesgo preoperatorio más importante para tener una IRA postoperatoria. Otros factores de riesgo como la edad, el género, diabetes, HTA, EPOC, cardiopatía isquémica, insuficiencia cardiaca congestiva, enfermedad vascular periférica, tipo de cirugía, uso de balón de contrapulsación intraaórtico y cirugía urgente son antecedentes a tener en cuenta antes de la cirugía¹¹.

Dentro de los factores de riesgo asociados a la aparición de IRA y que tienen relación directa con la CEC son fundamentalmente el tiempo de CEC, el tiempo de pinzamiento y bajo gasto cardiaco¹². También aumenta si la intervención es complicada o combina más de un procedimiento: coronario + valvular, doble valvular, cirugía de aorta¹³, carácter urgente o reintervención¹⁴. Aunque no hay acuerdo, el uso de un flujo no pulsátil durante la CEC sería un factor más a tener en cuenta. Así mismo, también se asocia a hematocritos por debajo de 21% en hipotermia¹⁵ y por debajo de 24% en normotermia16. En los últimos años, dentro de la corriente de perfusión dirigida a objetivos17, el objetivo ha sido el índice de aporte de O₂ (iDO₂), ya que combina tanto la hemoglobina/hematocrito como el gasto cardiaco, buscando valores entorno a los 270 ml/min/m², tendremos una mayor información a la hora de determinar una perfusión tisular óptima¹⁸. Estas mediciones habitualmente se han hecho con los análisis de gases sanguíneos en momentos puntuales de la CEC, lo cual no aporta la información sobre todo el procedimiento. En la actualidad existen diferentes sistemas con la posibilidad de una medición continua de múltiples parámetros, incluido DO₂, pudiendo obtener una información bastante completa y ajustada durante toda la CEC19. Aunque aún no se ha determinado el DO2 óptimo en

El objetivo de este estudio es determinar si existe relación entre aporte de ${\rm O_2}$ durante la CEC y la incidencia de IRA en el postoperatorio inmediato de cirugía cardiaca, así como establecer los principales factores de riesgo relacionados con la incidencia de IRA en nuestra población.

MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional retrospectivo de pacientes intervenidos de cirugía cardiaca programada entre mayo de 2016 y febrero de 2018 en los que se utilizó el System M-M4 para el control de gases en línea.

La población fue todos los pacientes adultos intervenidos de cirugía cardiaca durante ese periodo de tiempo. Los criterios de inclusión fueron tener un registro continuo de iDO₂, un valor de creatinina preoperatorio y una tempera-

tura mínima en CEC de 30°C. Mientras que los criterios de exclusión se fijaron en intervenciones emergentes-urgentes; pacientes con insuficiencia renal crónica; y pacientes con una creatinina basal superior a 1,5 mg/dL.

Se crearon dos grupos, el grupo IRA, compuesto por los pacientes que desarrollaron en el posoperatorio inmediato (primeras 48 horas) algún tipo de insuficiencia renal aguda siguiendo los criterios AKIN (TABLA I), basados solo en la creatinina, obviando la diuresis como factor diagnóstico para la IRA. Y por otro lado el grupo control, que fueron los pacientes que no presentaron ningún tipo de insuficiencia renal.

Para la medición del iDO $_2$ continuo se usaron los datos del System M-M4 $^{\odot}$ (Spectrum Medical, Gloucester, UK), monitor de gases en línea con una medición de diferentes parámetros cada 5 segundos. Esos datos son guardados en una tarjeta de memoria en un archivo tipo Excel, del cual se pueden obtener cada uno de los valores medidos y calculados por el mismo.

Las variables recogidas previas a la intervención fueron sociodemográficas, antecedentes personales y la creatinina preoperatoria. También se recogieron datos relacionados con la intervención tanto de la CEC como de anestesia. Y en el postoperatorio, se recogió la creatinina en UCI, a las 24 h y a las 48 h. Aparte de los datos analíticos mencionados, se recogieron TRS, reintervención, tiempo de ventilación mecánica, estancia UCI y exitus.

Se creó una hoja específica a cada paciente para la recogida de datos postoperatorios para realizar un control individual, los cuales fueron añadidos a la tabla del estudio una vez completados. Se usaron los datos preoperatorios y perioperatorios de la base de datos de perfusión siendo la única referencia para el paciente el número único de historia de salud de Andalucía (NHUSA), eliminando otros datos que pudieran identificarlo.

Se efectuó un análisis descriptivo de las distintas variables de interés. Las variables de naturaleza cuantitativa se describieron mediante la media y la desviación estándar. Por otro lado, las variables cualitativas se presentaron como frecuencias absolutas y relativas (%). Si las muestras son independientes siguiendo las variables una distribución normal, se usó la prueba t-test para la comparación de medias en el caso de ser dos grupos o bien la técnica ANOVA para más de dos grupos bajo condiciones de normalidad y homocedasticidad. La asociación entre variables cualitativas se realizó mediante la prueba Chi-cuadrado, en el caso de que las frecuencias esperadas fuesen superiores o iguales a 5 o el test exacto de Fisher si las frecuencias esperadas fueron inferiores a 5. Se usó el software SPSS v.24 y el nivel de significación se estableció para todos los casos en $\alpha \le 0.05$.

Como limitaciones del estudio, no se puede garantizar que los grupos sean homogéneos, además no tienen la representatividad de la población porque no se puede usar el sistema de medición continua en todos los pacientes, ni todos los perfusionistas del equipo lo utilizan, además de existir una práctica clínica personal de cada profesional durante la CEC, por lo que se podría producir un sesgo de selección.

De igual manera puede existir una mayor dificultad en la recogida de datos así como una mayor posibilidad de pérdida de datos que no hayan sido recogidos en la historia clínica de los pacientes, de hecho algunos de mucho interés como el uso de diuréticos, uso drogas vasoactivas y periodos prolongados de hipotensión en el periodo perioperatorio.

RESULTADOS

Se recogieron datos de 133 pacientes, siendo un 35,3% de mujeres. La edad media fue de $64,9 \pm 10,9$ años, el peso y la talla, 76 ± 14 kg y 166 ± 9 cm respectivamente. Presentaron diabetes el 27,8%, HTA 58,6%, dislipemia 41,5%, fibrilación auricular 17,9%, EPOC 8,3%, hipertensión pulmonar 6,8% y ACV previo 4,5%.

En cuanto al periodo operatorio, el tiempo de CEC y el tiempo de pinzamiento fueron 102 ± 38 y 73 ± 31 min respectivamente. Se usó la bomba centrifuga en el 77% de los casos y más del 90% se realizó a una temperatura igual o superior a 34°C. El drenaje venoso activo por vacío fue necesario en el 42,1 % de las intervenciones, siendo inferior a -40 mmHg en el 95% de ellas, mientras que el hemoconcentrador se usó prácticamente en todos los pacientes (85,1%) excepto en la revascularización coronaria aislada.

La creatinina basal media fue de 0.93 ± 0.20 mg/dL. La incidencia de IRA fue del 18,8%, si lo dividimos por criterio AKIN, en el estadio I, hubo 16 pacientes (12%), en el II, 4 pacientes (3%) y en el estadio III, 5 pacientes (3,8%). Mientras que la creatinina basal fue similar entre los pacientes que no desarrollaron IRA o tuvieron un AKI I (0,91 ± 0,20 y 0.94 ± 0.16), aquellos que tuvieron AKI II-III, aunque mayor, tampoco presentaron diferencias significativas con los anteriores (1,06 \pm 0,23). El resto de los valores de la creatinina a las 24 y 48 h se pueden ver en la tabla II, con diferencias significativas entre grupos en todos los casos. Así mismo en el gráfico I que se acompaña, los pacientes sin IRA, tuvieron un descenso de la creatinina en los días posteriores a la cirugía. Por otro lado, en el estadio I de AKIN, a las 24 horas hubo un aumento de la misma, pero empezó a descender al día siguiente. Mientras que en los estadios II-III, el aumento fue mayor en las primeras 24 horas y siguió aumentando al día siguiente.

El M4 realizó una media de 3105 \pm 2230 medidas, en algún momento con una actualización, pasó de registrar casi a dato por segundo, a uno cada cinco segundos, por lo que hubo una gran variabilidad en número de medidas en cada paciente. El aporte medio de O_2 fue de 250 \pm 45 ml/min/m². No hubo diferencias significativas entre pacientes que no

tuvieron IRA y los que sí, 251 ± 43 vs 247 ± 52 ml/min/m². Se dividieron los tres grupos de IRA tipo I, 257 ± 59 , tipo II, 249 ± 28 , tipo III, 214 ± 27 ml/min/m², sin diferencias significativas. La única diferencia significativa fue en los pacientes que necesitaron TRS (2,25%) que tuvieron un iDO $_2$ de 198 ± 18 ml/min/m² (p=0,04). Además se realizó una división en 10 grupos iguales en función del iDO $_2$ de los 133 pacientes para valorar la incidencia de IRA, existiendo una distribución homogénea, no significativa entre los diferentes grupos (gráfico II). En los valores de iDO $_2$ en la tabla del M4, también se evaluó la desviación estándar de los mismos para valorar la variabilidad del iDO $_2$ dentro de cada paciente. Se diferenció igualmente los cuatros grupos, no IRA, 24 ± 11 , tipo I, 27 ± 13 , tipo II, 42 ± 25 , tipo III, 30 ± 14 (p=0,02), siendo en este caso las diferencias significativas.

En la tabla III, se analizaron las variables edad, tiempo de CEC, tiempo de isquemia, glucemia, ácido láctico y hematocrito post CEC. Independientemente de cómo se clasificara la IRA todas las variables tuvieron diferencias significativas excepto el hematocrito, un aumento en las mismas va acompañado de una mayor incidencia de IRA.

Se analizó la incidencia de IRA según el tipo de intervención realizada, aunque no existieron diferencias significativas, en la cirugía coronaria solo apareció en el 10,3% de los pacientes mientras que cuando se hacen procedimientos combinados, ya sea coronario + valvular (33,3%) o doble valvular (27,8%), la tendencia es hacia un aumento de la IRA (Tabla IV)

En cuanto al uso de hemoderivados en quirófano, tanto en CEC como post CEC, el 49,6% de los pacientes recibieron alguno durante la intervención, de forma llamativa el elemento más transfundido fue el concentrado de plaquetas (38,3%) mientras que solo un 24% recibieron hematíes. En su relación con la IRA, los pacientes transfundidos en quirófano (cualquier tipo de hemoderivado) tuvieron dos veces y media mayor riesgo de sufrir IRA (OR=2.56, IC 95%: 1,01-6,43), mientras que si nos centramos solo en la administración de hematíes el riesgo aumentó un poco más (OR=3.01, IC 95%: 1,22-7,69).

Con respecto a los factores de riesgo preoperatorios, aunque hubo diferencias entre hombre y mujeres, 16,3% vs 23,4% respectivamente, estas no alcanzaron la significación. Tanto la diabetes como la HTA fueron factores de riesgo para la aparición de IRA, OR=2,5 (IC 95%: 1,1-6,1) y OR=4,7 (IC 95%: 1,5-14,6), respectivamente. Así mismo ocurrió con la FA crónica con una OR=2,7 (IC 95%: 1,4-5,3) y con la HTP, OR=5,1 (IC 95%: 1,4-19,4), no teniendo relación con otras variables: dislipemia, EPOC, ACV previo, tabaco y alcohol.

En cuanto a los datos en UCI, hubo significativamente un sangrado mayor en los que desarrollaron IRA, 446 ± 302 vs 802 ± 484 ml (p=0,002), lo cual se reflejó en que hubo un índice de reintervención por sangrado del más del 45% de

los pacientes que tuvieron IRA, OR=4,25 (IC 95%: 1,18-15,28). Igual ocurrió con la ventilación mecánica tras el ingreso, fue de 4,3 \pm 5,5 h para el grupo no IRA y de 10,8 \pm 12,2 h para los diagnosticados de IRA (p=0,026). Por último, la estancia en UCI fue significativamente mayor en el grupo IRA, 9,5 \pm 8,6 días contra 3,3 \pm 1,8 días en el grupo sin IRA (p=0,002). La mortalidad fue del 1,9% en el grupo control, mientras que en el grupo con IRA fue del 16% (OR=10.1, IC 95%: 1,7-50,7). Todos los pacientes que necesitaron TRS fueron exitus.

Discusión

En la actualidad no se ha llegado a un consenso sobre el iDO óptimo en CEC, se manejan diferentes valores dependiendo del autor, desde Ranucci¹⁸ con 272 ml/min/m², a de Somer²⁰ con 262 ml/min/m² y Magruder²¹ con 225 ml/ min/m², siendo este último el valor más bajo reflejado en la literatura. Mukaida ha introducido un nuevo concepto "respuesta dosis-tiempo", donde tiene en cuenta los minutos que el iDO se encuentra por debajo de determinados valores, que vienen a coincidir con los marcados por los autores anteriores, no obstante, llega a la conclusión de que mantener valores por encima de 300 ml/min/m² tiene un menor riesgo de incidencia de IRA²². En nuestro estudio no hemos encontrado una relación entre iDO y la incidencia de IRA, en ninguno de los estadios AKIN, aunque en el caso de AKI III (214 \pm 27) se quedó muy cerca de la significación con respecto al grupo control (p=0,06), cuando el paciente necesitó TRS sí que las diferencias fueron significativas (251 \pm 43 vs 198 \pm 18, p=0,04). Tampoco dividiendo los 133 pacientes en 10 grupos iguales, se obtuvo relación, ya que casi un 30% de los diagnósticos de IRA tuvieron un iDO mayor a 278 ml/min/m² y un 10% mayor a 308 ml/min/m². Está claro que existe una tendencia a relacionar valores más bajos de iDO2 con la incidencia de IRA más grave. Lo que sí fue significativo fue la variación del iDO₂ en cada paciente durante la CEC, la desviación estándar fue mayor en la IRA tipo II y III, por lo que esas variaciones podrían explicar un aumento en la incidencia de IRA, por lo que sería interesante intentar minimizar esos cambios, dentro de lo posible, en la práctica clínica.

Mirando las tendencias en los valores de creatinina, mientras en los pacientes sin IRA los valores van disminuyendo a las 24 horas y aún más a las 48h, en los pacientes con una IRA leve tipo I, tras el aumento a las 24 horas, a las 48 ya existe un descenso en los valores, llegando a resultados prácticamente normales. Por otro lado, en la IRA tipo II-III, tras el aumento en el primer día de postoperatorio, sigue un leve aumento en el segundo día, por lo que se deberían iniciar medidas para tratar esa IRA. En esta línea son los biomarcadores los que van a abrir la puerta al

diagnóstico precoz de la IRA, para ello tienen que incorporarse como herramienta diagnóstica habitual.

Los factores de riesgo preoperatorios tuvieron resultados variados. Uno que llama la atención es el género, ya que no hubo diferencias entre hombre y mujeres en nuestro estudio, aunque pensamos que ha sido por el tamaño de la muestra, con una mayor se hubiese alcanzado dicha significación. La diabetes, HTA, FA crónica y la HTP son factores de riesgo para el desarrollo de la IRA. Lo mismo ocurrió con la administración de hemoderivados, presentando un mayor riesgo a los que se les administraban concentrado de hematíes, siendo menor si se les administraba solo plasma o plaquetas, resultando llamativo que en nuestra unidad hay una transfusión de plaquetas superior a la de concentrado de hematíes.

Dentro de los parámetros perioperatorios, destaca el tipo de intervención realizado, los procedimientos combinados presentan una mayor incidencia de IRA, pero ese dato puede tener una doble explicación, tanto por la patología previa de los pacientes así como porque tienen un tiempo de CEC y de isquemia más largos, que son dos variables de peso a tener en cuenta para esta complicación operatoria. Al igual que ocurre con la edad, a mayor edad, mayor riesgo, de forma significativa, punto en el que se coincide en numerosos estudios. Una glucemia elevada tras la CEC es otro factor de riesgo, pero al igual que con los tiempos quirúrgicos, los pacientes diabéticos presentan una cifra de glucemia más alta que los no diabéticos, a la vez que sufren una mayor incidencia de IRA que estos últimos, aunque en la estratificación no existen diferencias significativas en la glucemia entre pacientes diabéticos que presentan IRA o no. Con respecto al ácido láctico post CEC también presenta una diferencia significativa entre grupos pero siempre dentro de márgenes clínicos adecuados, no obstante si categorizamos por valores superiores a 3, no existe relación con la IRA.

Por último, en los datos de UCI todos presentan diferencias significativas entre los dos grupos. Hubo más sangrado, hubo mayor incidencia de reintervención por sangrado, lo cual justificaría un mayor uso de hemoderivados, mayor tiempo de ventilación mecánica y una más que sensible diferencia en la estancia en UCI, lo cual requiere un mayor uso de recursos económicos. En esto coincidimos con Crawford y cols²³, donde los pacientes que requieren TRS tienen una mayor mortalidad y una mayor estancia en UCI y hospitalaria. La mortalidad en nuestro estudio fue muy superior en el grupo IRA, del 16% vs 1,9%, aunque en el estadio AKI I, no existió mortalidad, los 3 pacientes que necesitaron TRS fallecieron.

Como conclusión final podemos decir que no existe una relación significativa entre el iDO₂ y la incidencia de IRA en nuestra población, tan solo cuando el paciente necesita TRS es cuando esa relación se vuelve significativa.

Habría que tener en cuenta también factores de riesgo que nos puedan permitir tomar medidas preventivas durante la CEC para minimizar la aparición de IRA postoperatoria, sobre todo en sus formas más graves. Se deberían desarrollar estudios multicéntricos y con una muestra más grande, así como aplicar mayor cantidad de medidas de perfusión dirigida a objetivos para evaluar su influencia en la IRA.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no presentan conflicto de intereses

IDENTIFICACIÓN ORCID

Juan Carlos Santos (D) orcid.org/0000-0002-5543-8312

BIBLIOGRAFÍA

- Hu J, Chen R, Liu S, Yu X, Zou J, Ding X. Global Incidence and Outcomes of Adult Patients with Acute Kidney Injury after Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2016;30(1):82-89. doi:10.1053/j.jvca.2015.06.017
- Vandenberghe W, Gevaert S, Kellum JA, Bagshaw SM, Peperstraete H, Herck I et al. Acute kidney injury in cardiorenal syndrome type 1 patients: A systematic review and meta-analysis. CardioRenal Med. 2015;6(2):116-128. doi:10.1159/000442300
- 3. Xu JR, Zhu JM, Jiang J, Ding XQ, Fang Y, Shen B, et al. Risk Factors for Long-Term Mortality and Progressive Chronic Kidney Disease Associated With Acute Kidney Injury After Cardiac Surgery. Medicine (Baltimore). 2015;94(45):e2025. doi:10.1097/MD.0000000000002025
- 4. Hoste EA, Cruz DN, Davenport A, Mehta RL, Piccinni P, Tetta C, et al. The epidemiology of cardiac surgery-associated acute kidney injury. Int J Artif Organs. 2008;31(2):158-165. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18311732.
- Kellum J a, Lameire N, Aspelin P. KDIGO Clinical Practice Guideline for Acute Kidney Injury. Kidney Int Suppl. 2012;2(1):1-138. doi:10.1038/kisup.2012.7
- Vandenberghe W, De Loor J, Hoste EAJ. Diagnosis of cardiac surgery-associated acute kidney injury from functional to damage biomarkers. Curr Opin Anaesthesiol. 2017;30(1):66-75. doi:10.1097/ACO.0000000000000419
- Cummings JJ, Shaw AD, Shi J, Lopez MG, O'Neal JB, Billings FT. Intraoperative prediction of cardiac surgery-associated acute kidney injury using urinary biomarkers of cell cycle arrest. J Thorac Cardiovasc Surg. 2019;157(4):1545-1553.e5. doi:10.1016/j.jtcvs.2018.08.090
- 8. Vanmassenhove J, Kielstein J, Jörres A, Biesen W V.
 Management of patients at risk of acute kidney injury.

- Lancet. 2017;389(10084):2139-2151. doi:10.1016/S0140-6736(17)31329-6
- Mehta RH, Grab JD, O'Brien SM, Bridges CR, Gammie JS, Haan CK et al. Bedside tool for predicting the risk of postoperative dialysis in patients undergoing cardiac surgery. Circulation. 2006;114(21):2208-2216. doi:10.1161/ CIRCULATIONAHA.106.635573
- Thakar CV., Arrigain S, Worley S, Yared JP, Paganini EP. A clinical score to predict acute renal failure after cardiac surgery. J Am Soc Nephrol. 2005;16(1):162-168. doi:10.1681/ ASN.2004040331
- 11. Nadim MK, Forni LG, Bihorac A, Hobson C, Koyner JL, Shaw A et al. Cardiac and Vascular Surgery-Associated Acute Kidney Injury: The 20th International Consensus Conference of the ADQI (Acute Disease Quality Initiative) Group. J Am Heart Assoc. 2018;7(11). doi:10.1161/ JAHA.118.008834
- 12. Yi Q, Li K, Jian Z, Xiao YB, Chen L, Zhang Y et al. Risk factors for acute kidney injury after cardiovascular surgery: Evidence from 2,157 cases and 49,777 controls A meta-analysis. CardioRenal Med. 2016;6(3):237-250. doi:10.1159/000444094
- 13. Wang Y, Bellomo R. Cardiac surgery-associated acute kidney injury: risk factors, pathophysiology and treatment.

 Nat Publ Gr. 2017;13(11):697-711. doi:10.1038/nrne-ph.2017.119
- 14. Najjar M, Salna M, George I. Acute kidney injury after aortic valve replacement: incidence, risk factors and outcomes. Expert Rev Cardiovasc Ther. 2015 Mar;13(3):301-16. doi: 10.1586/14779072.2015.1002467"
- 15. Ghatanatti R, Teli A, Narayan P, Roy Chowdhuri K, Mondal A, Bhattacharya S et al. Ideal hematocrit to minimize renal injury on cardiopulmonary bypass. Innov Technol Tech Cardiothorac Vasc Surg. 2015;10(6):420-424. doi:10.1097/IMI.0000000000000196
- 16. Vermeer H, Teerenstra S, de Sévaux RGL, van Swieten HA, Weerwind PW. The effect of hemodilution during normothermic cardiac surgery on renal physiology and function: a review. Perfusion. 2008;23(6):329-338. doi:10.1177/0267659109105398
- 17. Santos-Jimenez JC, Jaime JM, Gonzalez JM. Perfusión dirigida a objetivos : revisión bibliográfica. Rev Esp Perfus. 2019;(66):5-11. https://www.aep.es/revista-articulo/62/66_2.pdf.
- 18. Ranucci M, Romitti F, Isgrò G, Cotza M, Brozzi S, Boncilli A et al. Oxygen Delivery During Cardiopulmonary Bypass and Acute Renal Failure After Coronary Operations.

 Ann Thorac Surg. 2005;80(6):2213-2220. doi:10.1016/j. athoracsur.2005.05.069
- Recio ML, Santos MC, Casado C, Santos JC, Cabrera A, Cid
 R. Análisis de la monitorización de gases en línea CDI500
 y SYSTEM M M4 ® . ¿ Son herramientas comparables para la práctica clínica de la perfusión? Rev Esp Perfus.

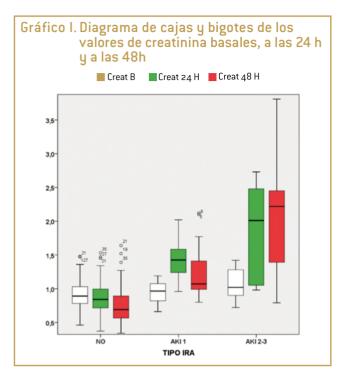
- 2019;(66):21-27. https://www.aep.es/revista-articu-lo/64/66 4.pdf.
- 20. de Somer F, Mulholland JW, Bryan MR, Aloisio T, Van Nooten GJ, Ranucci M. O₂ delivery and CO₂ production during cardiopulmonary bypass as determinants of acute kidney injury: time for a goal-directed perfusion management? Crit Care. 2011;15(4):R192. doi:10.1186/cc10349
- 21. Magruder JT, Dungan SP, Grimm JC, Harness HL, Wierschke C, Castillejo S et al. Nadir oxygen delivery on bypass and hypotension increase acute kidney injury risk after cardiac operations. Ann Thorac Surg. 2015;100(5):1697-1703. doi:10.1016/j.athoracsur.2015.05.059
- 22. Mukaida H, Matsushita S, Kuwaki K, Inotani T, Minami Y, Saigusa A et al. Time—dose response of oxygen delivery during cardiopulmonary bypass predicts acute kidney injury. Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2018.10.148. Published November 16, 2018.
- 23. Crawford TC, Magruder JT, Grimm JC, Lee SR, Suarez-Pierre A, Lehenbauer D et al. Renal Failure After Cardiac Operations: Not All Acute Kidney Injury Is the Same. Ann Thorac Surg. 2017;104(3):760-766. doi:10.1016/j.athorac-sur.2017.01.019

Tabla I.Clasificación AKIN

Estadío AKIN	Creatinina sérica	Diuresis	
I	Incremento Cr >0,3 mg/dl o Aumento de Cr a 1,5-2 veces valor basal	< 0,5 ml/kg/h (>6h)	
II	Aumento de Cr 2-3 veces valor basal	< 0,5 ml/kg/h (>12h)	
III	Aumento Cr por encima de 3 veces el valor basal o Cr ≥ 4 mg/dl y aumento agudo de 0,5 mg/dl o Terapia renal sustitutiva	< 0,3 ml/kg/h (>24h) o Anuria >12h	

Tabla II. Valores de Creatinina Basales, a las 24 h y a las 48h

		MEDIA	DE	р
CREAT Basal	NO NO	0,91	0,20	
	AKII	0,94	0,16	NS
	AKI II-III	1,06	0,23	NS
CREAT 24H	NO	ס,87	0,23	
	AKII	1,44	0,29	< 0,0001
	AKI II-III	1,88	0,71	< 0,0001
CREAT 48H	NO	0,75	0,25	
	AKII	1,25	0,42	< 0,0001
	AKI II-III	2,08	0,87	< 0,0001



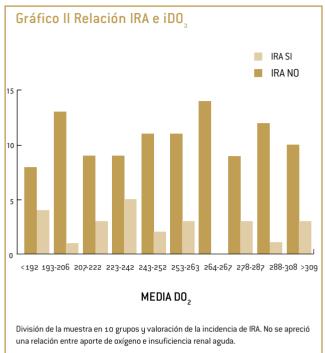


Tabla III. Datos quirúrgicos e IRA

	NO IRA	IRA TOTAL	IRA AKI I	IRA AKI II-III
EDAD	64 ± 11	69 ± 7*	67 ± 8*	73 ± 4*
T. CEC	97 ± 34	123 ± 45*	122 ± 51*	124 ± 35*
T. ISQUEMIA	6g ± 28	89 ± 37*	89 ± 40*	88 ± 33*
GLUCEMIA POST	145 ± 31	164 ± 30*	159 ± 35*	172 ± 18*
LÁCTICO POST	1,6 ± 0.6	2.0 ± 0,7*	1,9 ± 0.7*	2,1 ± 0.8*
HTO POST	30,8 ± 3.8	30.1 ± 4.5	29,9 ± 5,1	30,3 ± 3,7

Comparación de datos de pacientes sin IRA, con los que la tuvieron y también, entre los grupos de IRA leve (tipo I) e IRA moderada/severa (tipo II-III). (*) p<0,05

Tabla IV. Incidencia de IRA relacionada con el tipo de intervención

			CORONARIO	COR+VALV	VALV	DOBLE VALV	AORTA	TOTAL
IRA SI	NO	N	35	8	48	13	4	108
	NU	%	89,7%	66,6%	81,4%	72,2%	80%	81,2%
	SI —	N	4	4	11	5	1	25
		%	10,3%	33,3%	18,6%	27,8%	20%	18,8%
TOTAL	1,6 ± 0.6	N	39	12	59	18	5	133

Existe una mayor incidencia de IRA en procedimientos combinados, siendo en los pacientes coronarios donde menor IRA se presenta