

Lesión Renal Aguda Post-revascularización del Miocardio con Circulación Extracorpórea

Maurício de Nassau Machado, Rafael Carlos Miranda, Isabela Thomaz Takakura, Eduardo Palmegiani, Carlos Alberto dos Santos, Marcos Aurélio Oliveira, Osana M. Mouco, Mauro E. Hernandez, Maria Angélica Lemos, Lília N. Maia
Hospital de Base da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto - FAMERP, São José do Rio Preto, SP - Brasil

Resumen

Fundamento: Lesión renal aguda (LRA) es una compleja enfermedad, la que, actualmente, no tiene definición patrón acepta. AKIN (*Acute Kidney Injury Network*) representa una tentativa de estandarización de criterios para el diagnóstico y estadiamiento de LRA basado en los criterios RIFLE (*risk, injury, failure, loss, y end-stage kidney disease*) publicados recientemente.

Objetivo: Evaluar la incidencia y mortalidad asociada a LRA en pacientes sometidos a revascularización del miocardio (RM) con circulación extracorpórea (CEC).

Métodos: El total de 817 pacientes fueron divididos en dos grupos: LRA negativa (-), con 421 pacientes (51,5%), y LRA positiva (+), con 396 pacientes (48,5%). LRA fue considerada la elevación de creatinina en 0,3 mg/dl el aumento en 50% de creatinina en relación a su valor basal.

Resultados: La mortalidad dentro de 30 días de los pacientes con y sin LRA ha sido de 12,3 y 1,4%, respectivamente ($p < 0,0001$). En un modelo de regresión logística multivariado, LRA tras RM con CEC fue predictora independiente de óbito en 30 días ($OR = 6,7$; $p = 0,0002$). Ese grupo de pacientes tuvo el mayor tiempo de permanencia en unidad de cuidados intensivos (UCI) ($6,0 \pm 9,5$ días *versus* $3,4 \pm 4,0$ días; $p < 0,0001$) y una proporción de pacientes con permanencia prolongada en la terapia intensiva (> 14 días), 14 *versus* 2%; $p < 0,0001$.

Conclusión: En la población estudiada, mismo una discreta alteración de la función renal basada en los criterios AKIN ha sido predictora independiente de óbito, en 30 días tras RM con CEC. (Registro ClinicalTrials.gov - NCT00780845). (Arq Bras Cardiol 2009; 93(3) : 242-247)

Palabras clave: Insuficiencia renal aguda; revascularización miocárdica; circulación extracorpórea; mortalidad.

Introducción

Lesión renal aguda (LRA) es un síndrome complejo que ocurre en una grande variedad de situaciones, con manifestaciones que varían de pequeña elevación en la creatinina sérica (CrS) hasta la insuficiencia renal anúrica. Sus resultados clínicos van de la total recuperación hasta la muerte, pudiendo incluir el desarrollo de enfermedad renal crónica y progresión para dependencia de diálisis. LRA es una complicación común en pacientes gravemente enfermos que genera el aumento de los costos hospitalarios¹ y se asocia a una alta tasa de mortalidad, o sea, un predictor independiente del riesgo de muerte^{2,3}.

A pesar de varios avances en el tratamiento y en el conocimiento de la patología LRA, muchos aspectos en ese

campo aún son controvertidos, confusos y sin consenso. Más de 30 definiciones diferentes han sido usadas en la literatura, dificultando comparaciones^{4,5}.

Tras la cirugía cardíaca, LRA puede ocurrir en hasta 41,3% de los pacientes, con necesidad de diálisis en hasta 9,6% (principalmente en pacientes con lesión renal preoperatoria). La mortalidad hospitalaria está próxima de 1% cuando no hay empeoramiento en la función renal, alrededor de 20% con alteraciones moderadas de la función renal y excede 50% cuando hay necesidad de diálisis⁷⁻¹⁰.

Esfuerzos en la tentativa de alcanzar un consenso sobre las definiciones de LRA llevaron a la formación de *International Acute Kidney Injury Network* (AKIN). Esa nueva definición de LRA ha sido desarrollada de acuerdo a la clasificación en cinco pasos que utiliza la sigla RIFLE (*risk, injury, failure, loss y end-stage kidney disease*)⁴, basada en alteraciones en CrS y/u en el débito urinario, y que divide la LRA en tres categorías, de acuerdo a la gravedad, y en dos categorías reflejando la persistencia de pérdida de la función renal. De acuerdo a los criterios propuestos por la clasificación AKIN, el aumento de la CrS mayor o igual a 0,3 mg/dl o aumento arriba de 50%

Correspondencia: Maurício de Nassau Machado •

Rua José Elias Abud, 242 - Tarrá II - 15092-490 - São José do Rio Preto, SP - Brasil

E-mail: nassau@cardiol.br

Artículo recibido el 12/11/08; revisado recibido el 28/01/09; aceptado el 01/04/09.

en su valor basal (en intervalo de por lo menos 48 horas) caracteriza LRA.

Nuestro objetivo es evaluar la incidencia de complicaciones clínicas y muerte asociada a LRA, basados en los criterios propuestos por la clasificación AKIN, en pacientes sometidos a revascularización del miocardio (RM) con circulación extracorpórea (CEC).

Causuística y métodos

Selección de pacientes

Fueron evaluados de forma abierta y consecutiva, 1.151 pacientes sometidos a cirugía de revascularización del miocardio en el período de enero de 2003 hasta enero de 2008. Los datos fueron obtenidos prospectivamente por coleta de informaciones en banco de datos informatizado con análisis retrospectiva de las variables. El estudio ha sido aprobado por el Comité de Ética local y registrado en el sitio ClinicalTrials.gov, NCT00780845.

El cambio en CrS fue definido como la diferencia entre la creatinina de admisión (postoperatorio inmediato) y el valor más alto obtenido durante la permanencia en la unidad de cuidados intensivos (UCI).

Los pacientes fueron divididos en dos grupos, de acuerdo a la función renal basada en la clasificación AKIN:

- *Función renal normal, o LRA (-)* - pacientes sin LRA tras cirugía de revascularización del miocardio con CEC:
- *Lesión renal aguda, o LRA (+)* - pacientes con aumento en la CrS mayor o igual a 0,3 mg/dl, o aumento en la CrS mayor o igual a 50% del valor basal, en intervalo de por lo menos 48 horas¹¹.

Las variables evaluadas fueron: mortalidad dentro de 30 días, internación prolongada en terapia intensiva, además de complicaciones clínicas como fibrilación atrial, reintubación debido a complicaciones pulmonares, ventilación mecánica (VM) prolongada (>24 horas), infección de sitio quirúrgico profundo (mediastinitis) y disfunción neurológica tipo I. La estimativa preoperatoria de riesgo de óbito hospitalario fue realizada por Logistic EuroSCORE^{12,13}.

Dosificación de creatinina sérica

CrS ha sido dosificada por el método colorimétrico de Jaffé (ADVIATM 1650, Bayer). Los valores de referencia de normalidad en adultos son: 0,6 hasta 1,3 mg/dl para varones y 0,6 hasta 1,0 mg/dl para mujeres.

Definición de las complicaciones

Fueron definidas como complicaciones clínicas del postoperatorio:

- *Arritmias cardíacas* - fibrilación atrial aguda con duración de más de una hora;
- *Reintubación por complicaciones pulmonares* - reintubación traqueal debido a insuficiencia respiratoria por alteraciones mecánicas de ventilación o infección respiratoria (traqueobronquitis o neumonía);

- *Mediastinitis* - secreción mediastinal asociada a signos clínicos de infección (fiebre, leucocitosis, dolor torácica) con o sin inestabilidad esternal y con cultura de secreciones o hemocultivo positivo durante los primeros 30 días postoperatorio;

- *Lesión neurológica tipo I* - déficit motor focal nuevo y persistente, coma, convulsión o lesión encefálica identificada por tomografía computadorizada de cráneo o resonancia magnética;

- *Óbitos* - computados dentro del período de 30 días tras la cirugía.

Criterios de inclusión

Pacientes sometidos a cirugía de revascularización del miocardio con circulación extracorpórea y pacientes que poseerían por lo menos dos dosificaciones séricas de creatinina tras la cirugía dentro de por lo menos 48 horas.

Criterios de exclusión

Pacientes portadores de enfermedad renal crónica terminal en tratamiento dialítico previo a la cirugía cardíaca.

Análisis estadística

Los datos categóricos son presentados en números absolutos y porcentuales, y las variables continuas en media \pm desvío patrón (DP). Las variables continuas entre los grupos fueron comparadas por medio del test no paramétrico de Mann-Whitney. El test del qui-cuadrado o exacto de Fisher fue utilizado para la comparación de variables categóricas. Curvas Kaplan-Meier han sido construidas para mortalidad en 30 días, y el valor de p ha sido calculado por los testes de Log-Rank y Wilcoxon.

La discriminación de presencia de LRA ha sido determinada y comparada por el análisis de curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) para mortalidad dentro de 30 días. Con ese test, un área bajo la curva ROC de 1,0 indica perfecta discriminación, al paso que área menor que 0,5 significa que el test no es mejor que la casualidad. Áreas de 0,5 hasta 0,7 sugieren baja discriminación predictiva, y valores arriba de 0,7 confirman la utilidad del modelo como predictor de riesgo¹⁴. El cálculo del intervalo de confianza (IC) de área bajo la curva ROC ha sido hecho con el test de Wilcoxon.

La regresión logística multivariada ha sido utilizada para determinación de predictores independientes para óbito. *Odds Ratio* y IC de 95% (IC95%) fueron calculados entre las principales complicaciones clínicas y óbito, comparándose pacientes con función normal hasta pacientes con LRA basados en la clasificación AKIN.

Valores $p < 0,05$ fueron considerados estadísticamente significativos (vi caudales). El software para análisis estadística fue Stats Direct Statistics v. 2.5.8.

Resultados

De los 1.151 pacientes evaluados, 817 (71%) fueron operados con circulación extracorpórea. La edad media de los pacientes fue 61 ± 9 años, siendo 567 pacientes

Artículo Original

(70%) varones. EuroSCORE medio fue $3,2 \pm 5,4$. Han cumplido los criterios diagnosticados para LRA basados en la clasificación AKIN 396 pacientes (48,5%), y 31 pacientes (3,8) necesitaron diálisis. Pacientes LRA (+) han sido más viejos (60 versus 62 años), tenían mayores tasas de *diabetes mellitus* (31 versus 39%) y el sexo femenino fue predominante (26,6 versus 35,0). No hubo diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de CEC entre los grupos (Tabla 1). La elevación media de creatinina fue de 21% en el grupo LRA (-) y de 61% en el grupo LRA (+). Pacientes que han evolucionado con LRA en el postoperatorio tuvieron valor basal en el segundo día de postoperatorio y valores de pico de CrS superiores a los de los pacientes sin LRA (Tabla 2).

La permanencia media en UCI fue de 3,4 versus 6,0 días, y una mayor proporción de pacientes LRA (+) tuvo permanencia prolongada en UCI (>14 días), 14 versus 2%. La mortalidad en 30 días de los pacientes LRA (+) fue 12,6% en comparación a 1,4% de los pacientes LRA (-) ($p < 0,0001$; poder para 5% de significación estadística >99,99% y riesgo atribuible de población de 79%) (Tabla 3; Gráfico 1). El área bajo la curva ROC para presencia de LRA y óbito fue de 0,72 (IC95%=0,67-0,76), con sensibilidad de 89%, especificidad de 54%, valor predictivo positivo de 13% y valor predictivo negativo de 99% (Figura 2). En un modelo de regresión logística multivariada, LRA en el postoperatorio de RM con CEC fue predictora independiente de óbito dentro de 30 días (*Odds Ratio*: 6,7; $p = 0,0002$) (Tabla 4). Pacientes que necesitaron de diálisis (3,8%) tuvieron mortalidad de 55%.

El análisis de subgrupo ha demostrado que tanto en pacientes con CrS basal normal (varones $\leq 1,3$ mg/dl y mujeres $\leq 1,0$ mg/dl) cuanto en aquellos con CrS alterada (varones

$\geq 1,4$ mg/dl y mujeres $\geq 1,1$ mg/dl), la presencia de LRA en el postoperatorio fue predictora independiente de óbito en 30 días (Tabla 4).

En el subgrupo de pacientes con CrS basal normal, la prevalencia de LRA fue de 40% y la mortalidad de 30 días fue de 11,2 versus 1,1% ($p < 0,0001$; poder para 5% de significación estadística de 98,7% y riesgo atribuible de la población de 78,3%). La prevalencia de LRA en pacientes con CrS basal alterada fue de 59%, con mortalidad de 14 versus 2% en aquellos sin LRA postoperatoria ($p < 0,0001$; poder para 5% de significación estadística de 7,9 y riesgo atribuible de población de 77,8%) (Tabla 4).

En el modelo de regresión logística multivariada, apenas LRA y VM >24 horas han sido predictoras independientes de óbito tanto en el análisis global cuanto en los subgrupos (Tabla 4).

Tabla 2 - Análisis de los valores de creatinina

Creatinina	LRA (-)	LRA (+)	Valor de p
	n=421	n=396	
Creatinina de admisión (med±DP)	1,21±0,30	1,35±0,50	<0,0001
Creatinina segundo día postoperatorio (med±DP)	1,05±0,30	1,41±0,87	<0,0001
Creatinina de pico (med±DP)	1,26±0,31	2,10±1,35	<0,0001
Aumento de la creatinina (pico/basal) (%)	21±14,0	61±77,0	<0,0001

LRA - lesión renal aguda; n - número de pacientes; med. - media; DP - desvío patrón.

Tabla 1 - Características de base de los pacientes

Características de base	LRA (-)	LRA (+)	Valor p
	n=421	n=396	
Varones - n (%)	309 (73,4)	258 (65,2)	0,013
Edad (med ± DP)	60,3±9,5	61,7±9,1	0,039
IMC (med ± DP)	27,4±4,1	26,8±4,3	0,071
<i>Diabetes mellitus</i> - n (%)	130 (30,9)	154 (38,9)	0,020
Disfunción del ventrículo izquierdo moderada/grave - n (%)	112 (26,6)	108 (27,3)	0,891
Uso de BIA - n (%)	28 (6,7)	28 (7,1)	0,921
Tiempo de CEC (med ± DP)	95,4±23,5	96,2±25,4	0,646
Número de injertos distales - mediana; (mín e máx)	3 (1 a 5)	3 (1 a 5)	0,703
<i>Logistic EuroScore</i> - mediana (Q1 e Q3)	1,7 (1,1-2,7)	2 (1,2-3,3)	0,002

LRA - lesión renal aguda; n - número de pacientes; med. - media; DP - desvío patrón; IMC - índice de masa corporal; VE - ventrículo izquierdo; BIA - balón intraaórtico; CEC - circulación extracorpórea; mín. - valor mínimo; máx. - valor máximo; Q1 = 25° percentil; Q3 = 75° percentil.

Tabla 3 - Complicaciones clínicas tras RM con CEC

Complicaciones clínicas	LRA (-)	LRA (+)	Valor de p
	n=421	n=396	
Tempo de internación UCI - mediana (Q1 e Q3)	2 (2 a 3)	3 (2 a 5)	<0,0001
Readmisión UCI - n (%)	7 (1,7)	33 (8,3)	<0,0001
Permanencia en UCI >14 días - n (%)	8 (1,9)	56 (14,1)	<0,0001
Reintervención por sangramiento - n (%)	3 (0,7)	14 (3,5)	0,01
Fibrilación atrial - n (%)	26 (6,2)	61 (15,4)	<0,0001
Reintubación por complicaciones pulmonares - n (%)	14 (3,3)	71 (17,9)	<0,0001
Ventilación mecánica >24 horas - n (%)	18 (4,3)	77 (19,4)	<0,0001
Diálisis	0 (0)	31 (7,8)	<0,0001
Lesión neurológica tipo I - n (%)	11 (2,6)	26 (6,6)	0,01
Óbito en 30 días - n (%)	6 (1,4)	50 (12,6)	<0,0001

LRA - lesión renal aguda; n - número de pacientes; UCI - unidad de cuidados intensivos; Q1 = 25° percentil; Q3 = 75° percentil; med. - media; DP - desvío patrón.

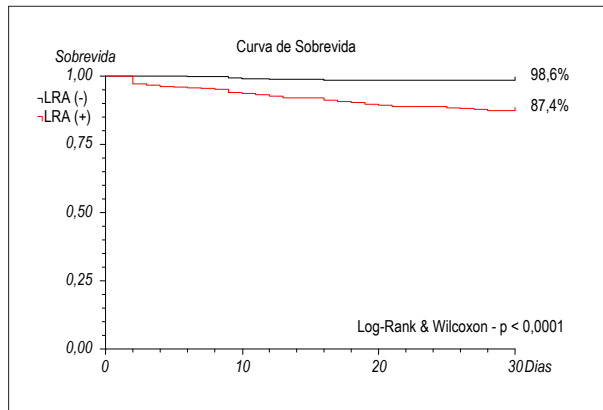


Gráfico 1 - Curva de Kaplan-Meier para sobrevida en 30 días.

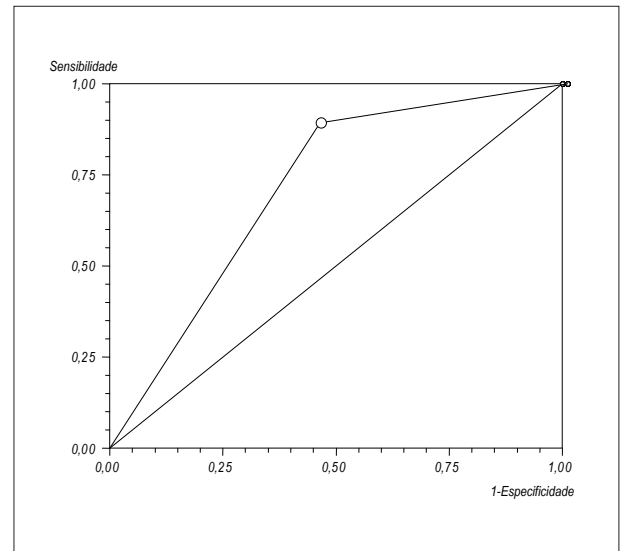


Gráfico 2 - Curva ROC: precisión de la LRA para óbito en 30 días. VE - ventrículo izquierdo; Área bajo la curva ROC = 0,72 (IC95%=0,67-0,76); Sensibilidad = 89% (IC95%=78-96%); Especificidad = 54% (IC95%=51-58%); Valor predictivo positivo = 13%; Valor predictivo negativo = 99%.

Discusión

Tras la cirugía cardíaca dependiendo del criterio utilizado, LRA puede ocurrir en hasta 41,3% de los pacientes, con necesidad de diálisis en hasta 9,6% de los casos (principalmente en pacientes con lesión renal preoperatoria)⁶. La mortalidad hospitalaria es próxima de 1% cuando no hay empeoramiento en la función renal, alrededor de unos 20% con alteraciones moderadas de la función renal y excede unos 50% cuando hay necesidad de tratamiento dialítico^{7,9,10,15,16}.

LRA es una situación clínica compleja y de etiología heterogénea la que nefrólogos e intensivistas han discutido la necesidad de estandarización diagnóstica, estadiamiento y pronóstico. Una clasificación ideal para LRA debería tener alta precisión y ser predictora de resultados clínicos relevantes y de mortalidad. Varios trabajos sobre pacientes gravemente enfermos^{15,17} y pacientes sometidos a cirugía cardíaca^{1,18-20} han sido publicados intentando validar esos criterios.

En nuestro estudio, hemos observado que la clasificación AKIN puede fácilmente ser aplicada en pacientes sometidos a cirugía cardíaca. De acuerdo a ese estadiamiento, 48,5% de los pacientes han cumplido los criterios para LRA, mostrando prevalencia arriba de la encontrada en otras publicaciones. A pesar de la aplicación de los criterios diagnosticados, las tasas de LRA son bastante variables, oscilando de unos 6,9 hasta 42,5% de incidencia^{1,21}. La mortalidad de los pacientes con LRA estudiados ha sido alta (12,6%), ateniendo 55% en aquellos que necesitaron de diálisis (en contraste con 1,4% de óbitos

Tabla 4 - Regresión logística multivariada. Predictores independientes de óbito tras RM con CEC

Predictores de óbito	Todos los pacientes (n=817)			CrS basal normal* (n=448)			CrS basal alterada† (n=369)		
	OR	IC95%	Valor de p	OR	IC95%	Valor de p	OR	IC95%	Valor de p
Edad	1,1	0,9 a 1,1	0,389	1,0	0,9 a 1,1	0,305	1,0	0,9 a 1,1	0,417
IMC	0,9	0,8 a 1,0	0,079	0,8	0,7 a 0,9	0,004	1,0	0,9 a 1,1	0,890
Readmisión en UCI	4,8	1,6 a 14,9	0,006	12,0	1,1 a 125,7	0,037	3,7	0,9 a 15,5	0,071
Lesión renal aguda	6,7	2,5 a 18,2	0,0002	10,4	2,0 a 57,0	0,007	5,2	1,2 a 22,5	0,026
Tiempo de CEC	1,0	0,9 a 1,0	0,079	1,0	1,0 a 1,1	0,077	1,0	1,0 a 1,0	0,280
Reintervención por sangramiento	1,1	0,3 a 4,4	0,935	0,4	0,1 a 6,5	0,519	3,0	0,5 a 18,5	0,225
Infección respiratoria	2,0	0,8 a 5,0	0,147	2,5	0,4 a 16,7	0,300	1,4	0,4 a 4,6	0,578
Reintubación por complicaciones pulmonares	1,9	0,7 a 5,3	0,216	0,2	0,1 a 1,8	0,162	4,2	1,1 a 15,8	0,033
Ventilación mecánica >24 horas	11,3	3,7 a 33,9	<0,0001	71,3	8,0 a 636,7	0,0001	8,6	2,1 a 35,6	0,003
Mediastinitis	0,4	0,1 a 1,9	0,248	0,5	0,1 a 9,7	0,625	0,5	0,1 a 3,5	0,505
Lesión neurológica tipo I	1,5	0,6 a 4,1	0,382	7,5	1,3 a 42,6	0,023	0,6	0,1 a 2,4	0,467

CrS - creatinina sérica; OR - Odds Ratio; IC - intervalo de confianza; IMC - índice de masa corporal; UCI - unidad de cuidados intensivos; CEC - circulación extracorpórea; n - número de pacientes. *CrS basal normal: varones $\leq 1,3$ mg/dl y mujeres $\leq 1,0$ mg/dl; †CrS basal alterada: varones $\geq 1,4$ mg/dl y mujeres $\geq 1,1$ mg/dl.

en los pacientes sin LRA). A pesar de las tasas aún más altas de LRA (59%) y de mortalidad (14%) en pacientes con CrS basal alterada, aquellos que tuvieron la función renal mantenida en el postoperatorio han presentado baja mortalidad (2%), hecho ya demostrado por otros estudios^{6,22}.

Esas nuevas recomendaciones para el diagnóstico de LRA aún no han sido largamente testadas y validadas. Estudios en el ámbito de la terapia intensiva general han demostrado el valor relacionado a resultados clínicos y al aumento de mortalidad^{17,23,24}. En la cirugía cardíaca, en la que LRA representa importante complicación clínica, las clasificaciones RIFLE y AKIN han demostrado alta precisión para detección de pacientes con mayor riesgo de complicaciones clínicas, aumento de costos hospitalarios y óbito en corto plazo^{1,18-20,25}.

Ostermann et al¹⁵, evaluando un banco de datos del Reino Unido y Alemania (*Riyadh Intensive Care Unit Program database*) con 41.972 pacientes admitidos en 22 unidades de cuidados intensivos en el período de 1989 hasta 1999, demostraron la incidencia de LRA basada en la clasificación RIFLE de 35,8% (*risk*: 17,2%; *injury*: 11% y *failure*: 7,6%) con mortalidad de 20,9, 45,6 e 56,8%, respectivamente. Pacientes que no evolucionaron con LRA tuvieron tasa de mortalidad de 8,4%.

Bagshaw et al¹⁷ analizaron informaciones de 120.123 pacientes admitidos por más de 24 horas en 57 UCI despajadas por Australia (*Australian New Zealand Intensive Care Society Adult Patient Database*) en un grupo heterogéneo de pacientes gravemente enfermos. De acuerdo a los criterios RIFLE aplicados en el día de admisión, la LRA ha ocurrido en 36,1% de los pacientes (*risk*: 16,3%; *injury*: 13,6% y *failure*: 6,3%) con mortalidad de 17,9%, 27,7% y 33,2%, respectivamente. En el análisis multivariada, cada categoría RIFLE fue independientemente asociada a la mortalidad hospitalaria (*Odds Ratio*: *risk*: 1.58; *injury*: 2.54 y *failure*: 3.22).

Kuitunen et al²⁰, analizando 813 pacientes sometidos a cirugía cardíaca, encontraron 19,3% de pacientes con LRA basado en la clasificación RIFLE. Pacientes con lesión renal grave, RIFLE-F (*failure*), tuvieron tasa de mortalidad dentro de 90 días de 32,5% en comparación a los 8% en aquellos con RIFLE-R (*risk*) y a los 21,4% con RIFLE-I (*injury*). Pacientes sin LRA tuvieron mortalidad de 0,9%. En un modelo de regresión logística multivariada, la clasificación RIFLE ha sido predictora independiente de mortalidad en 90 días.

Nuevos marcadores como Cistatina C, Interleucina-18, *Kidney Injury Molecule-1* (KIM-1) y *Neutrophil Gelatinase-Associated Lipocalin* (NGAL) han sido testados para detección precoz de los pacientes con LRA²⁶, aunque su utilidad y/o superioridad aún necesite aprobación.

De manera clara, este estudio demuestra que mismo discretas alteraciones de la función renal, de acuerdo a los criterios propuestos por la clasificación AKIN, son predictoras independientes de óbito dentro de 30 días tras RM con CEC, tanto en pacientes con CrS basal normal, cuanto en aquellos con CrS basal alterada. El aumento porcentual ($\geq 50\%$) o absoluto ($\geq 0,3$ mg/dl) de la CrS aún persiste como poderosa herramienta para evaluación de la función renal en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

Conclusión

En la población estudiada, mismo una discreta alteración de la función renal basada en el estadiamiento propuesto por AKIN fue predictora independiente de óbito en 30 días. Ese grupo de pacientes tuvo mayor permanencia y mayores tasas de internación prolongada (≥ 14 días) en UCI, además de una proporción mayor de complicaciones clínicas en el período postoperatorio.

Agradecimientos

Agradecemos al equipo multidisciplinar de nuestra institución y, sobretudo, a los profesionales de salud de la unidad de cuidados postoperatorios de la cirugía cardíaca, sin los cuales no tendría sido posible la realización de este trabajo.

Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinentes.

Fuentes de Financiación

El presente estudio no tuvo fuentes de financiación externas.

Vinculación Académica

No hay vinculación de este estudio a programas de postgrado.

Referencias

1. Dasta JF, Kane-Gill SL, Durtschi AJ, Pathak DS, Kellum JA. Costs and outcomes of acute kidney injury (AKI) following cardiac surgery. *Nephrol Dial Transplant*. 2008; 23 (6): 1970-4.
2. Chertow GM, Levy EM, Hammermeister KE, Grover F, Daley J. Independent association between acute renal failure and mortality following cardiac surgery. *JAMA*. 1998; 104: 343-8.
3. de Mendonca A, Vincent JL, Suter PM, Moreno R, Dearden NM, Antonelli M, et al. Acute renal failure in the ICU: risk factors and outcome evaluation by SOFA score. *Intensive Care Med*. 2000; 26: 915-21.
4. Bellomo R, Ronco C, Kellum JA, Mehta RL, Palevsky P. Acute Dialysis Quality Initiative Workgroup. Acute renal failure - definition, outcome measures, animal models, fluid therapy and information technology needs: the Second International Consensus Conference of the Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI) Group. *Crit Care*. 2004; 8 (4): R204-R212.
5. Lameire N, Hoste E. Reflections on the definition, classification, and diagnostic evaluation of acute renal failure. *Curr Opin Crit Care*. 2004; 10(6):468-75.
6. Yehia M, Collins JF, Beca J. Acute renal failure in patients with pre-existing renal dysfunction following coronary artery bypass grafting. *Nephrology* (Carlton).

- 2005; 10 (6): 541-3.
7. Mangano CM, Diamondstone LS, Ramsay JG, Aggarwal A, Herskowitz A, Mangano DT. Renal dysfunction after myocardial revascularization: risk factors, adverse outcomes, and hospital resource utilization. The Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. *Ann Intern Med.* 1998; 128 (3): 194-203.
 8. Ostermann ME, Taube D, Morgan CJ, Evans TW. Acute renal failure following cardiopulmonary bypass: a changing picture. *Intensive Care Med.* 2000; 26 (5): 565-71.
 9. Bahar I, Akgul A, Ozatik MA, Vural KM, Demirbag AE, Boran M, et al. Acute renal failure following open heart surgery: risk factors and prognosis. *Perfusion.* 2005; 20 (6): 317-22.
 10. Landoni G, Zangrillo A, Franco A, Aletti G, Roberti A, Calabro MG, et al. Long-term outcome of patients who require renal replacement therapy after cardiac surgery. *Eur J Anaesthesiol.* 2006; 23 (1): 17-22.
 11. Mehta RL, Kellum JA, Shah SV, Molitoris BA, Ronco C, Warnock DG, et al. Acute kidney injury network: report of an initiative to improve outcomes in acute kidney injury. *Crit Care.* 2007; 11 (2): R31.
 12. Nashef SA, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg.* 1999; 16 (1): 9-13.
 13. Roques F, Nashef SA, Michel P, Gauducheau E, de Vincentiis C, Baudet E, et al. Risk factors and outcome in European cardiac surgery: analysis of the EuroSCORE multinational database of 19030 patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 1999; 15 (6): 816-22.
 14. Swets JA. Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science.* 1988; 240: 1285-93.
 15. Ostermann M, Chang RW. Acute kidney injury in the intensive care unit according to RIFLE. *Crit Care Med.* 2007; 35 (8): 1837-43.
 16. Santos FO, Silveira MA, Maia RB, Monteiro MD, Martinelli R. Acute renal failure after coronary artery bypass surgery with extracorporeal circulation -- incidence, risk factors, and mortality. *Arq Bras Cardiol.* 2004; 83 (2): 150-4.
 17. Bagshaw SM, George C, Dinu I, Bellomo R. A multi-centre evaluation of the RIFLE criteria for early acute kidney injury in critically ill patients. *Nephrol Dial Transplant.* 2008; 23 (4): 1203-10.
 18. Heringlake M, Knappe M, Vargas HO, Lufft H, Kindgen-Milles D, Bottiger BW, et al. Renal dysfunction according to the ADQI-RIFLE system and clinical practice patterns after cardiac surgery in Germany. *Minerva Anesthesiol.* 2006; 72 (7-8): 645-54.
 19. Arnaoutakis GJ, Bihorac A, Martin TD, Hess PJ Jr, Klodell CT, Ejaz AA, et al. RIFLE criteria for acute kidney injury in aortic arch surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2007; 134 (6): 1554-60.
 20. Kuitunen A, Vento A, Suojaranta-Ylinen R, Pettila V. Acute renal failure after cardiac surgery: evaluation of the RIFLE classification. *Ann Thorac Surg.* 2006; 81 (2): 542-6.
 21. Lombardi R, Ferreiro A. Risk factors profile for acute kidney injury after cardiac surgery is different according to the level of baseline renal function. *Ren Fail.* 2008; 30 (2): 155-60.
 22. Weerasinghe A, Hornick P, Smith P, Taylor K, Ratnatunga C. Coronary artery bypass grafting in non-dialysis-dependent mild-to-moderate renal dysfunction. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2001; 121 (6): 1083-9.
 23. Bagshaw SM, George C, Bellomo R. A comparison of the RIFLE and AKIN criteria for acute kidney injury in critically ill patients. *Nephrol Dial Transplant.* 2008; 23 (5): 1569-74.
 24. Bagshaw SM, George C, Bellomo R, ANZICS Database Management Committee. Early acute kidney injury and sepsis: a multicentre evaluation. *Crit Care.* 2008; 12 (2): R47.
 25. Massoudy P, Wagner S, Thielmann M, Herold U, Kottenberg-Assenmacher E, Marggraf G, et al. Coronary artery bypass surgery and acute kidney injury--impact of the off-pump technique. *Nephrol Dial Transplant* 2008; 23 (9): 2853-60.
 26. Parikh CR, Devarajan P. New biomarkers of acute kidney injury. *Crit Care Med.* 2008; 36 (4 Suppl): S159-65.