

**Disfunción Renal Postoperatoria en Cirugía de
Revascularización Miocárdica: Una comparación
entre procedimiento sin CEC y con CEC.**



Carrera: Especialización en Cardiología.

Alumno: Martin Nicolás Calvelo

Tutor: Dr. Pablo Salvador Heredia

RESUMEN:

OBJETIVOS:

El propósito de este estudio es comparar cambios transitorios o definitivos en la función renal dentro de los primeros días postoperatorios a CRM en los pacientes sin CEC o con CEC, tomando en cuenta y comparando factores de riesgo preoperatorios y complicaciones concomitantes o asociadas.

MATERIALES Y METODOS

En forma retrospectiva, consecutiva y anónima se incluyeron 168 pacientes, que ingresaron a quirófano para Cirugía de Revascularización Miocárdica entre Diciembre de 2007 y Enero de 2011, en el Instituto cardiovascular "Denton A. Cooley", C. A. B. A., los que constituyen el motivo de este análisis.

RESULTADOS:

El total de pacientes relevados en este estudio fue de 168. El 100% fueron coronarios puros, 89 con CEC (53%) y 79 sin CEC (47%). La edad media de la población fue de 66,8 años \pm 9,1. El factor de riesgo cardiovascular mas prevalente fue el sedentarismo (80,9%) y el cuadro clínico mas frecuente la Angina Inestable (65,7%). En el 95% de los casos la cirugía fue programada. La Fibrilación Auricular fue la complicación mas frecuente con un 23,3% del total de los pacientes. El Sme. de Bajo Volumen minuto se presentó en el 16% de los casos. La incidencia global de la Insuficiencia Renal Aguda (Creatinina > 2 mg/dl) en las primeras 24 hs post Qx fue del 4,16% (n=7), el 2,97% (n=5) fue patrimonio del grupo con CEC, mientras que el 1,19% (n=2) restante fue del grupo sin CEC (p N/S). Hubo diferencias con otros trabajos publicados con anterioridad. Los determinantes postoperatorios y las variables predictoras independientes mas importantes para el desarrollo de IRA en el postquirúrgico fueron el sexo femenino, la HTA, la DBT, DLP, la edad >75 años, la Angina Inestable y la Cirugía Cardíaca previa, entre otras. La Diabetes Mellitus, la Hipertensión Arterial, el sexo femenino, la CCV previa, el sangrado y la muerte se relacionaron significativamente mas con cirugía con CEC que sin ella.

CONCLUSIONES:

No se encontró diferencia significativa en la aparición de Insuficiencia Renal Aguda en pacientes sometidos a Cirugía Cardíaca de Revascularización Miocárdica con Circulación Extracorpórea o sin ella. Hubo diferencias entre los pacientes sometidos a CEC de los que no en diferentes variables preoperatorias y postoperatorias. La DBT, HTA, el sexo femenino, la edad > a 75 años y la CCV previa fueron predictores independientes de IRA estadísticamente significativos.

Palabras Clave: Cirugía Cardíaca – Insuficiencia Renal - Predictores independientes

INTRODUCCION

Los cambios producidos en la práctica cardiológica modificaron sin duda el perfil de los candidatos que serán sometidos a un procedimiento quirúrgico. La edad avanzada de los pacientes, las cirugías de urgencia y emergencia, las reoperaciones, la enfermedad de múltiples vasos y el deterioro en la función ventricular son una constante en la población quirúrgica actual, lo que determina una morbimortalidad elevada. La Disfunción Renal es una complicación frecuente, y su presencia presagia mal pronóstico, no solo por la pérdida de la función renal, sino también por las graves complicaciones asociadas, que incluyen sepsis, infartos perioperatorios y disfunción del sistema nervioso central. (1,2)

Se considera que la Bomba de Circulación Extracorpórea (CEC), es un factor de riesgo positivo importante para el desarrollo de IRA en el postoperatorio de CRM. (3)

Es necesario tomar medidas preventivas intraoperatorias y preoperatorias en el paciente de riesgo e implementar una terapéutica temprana en el periodo posquirúrgico. (4)

OBJETIVOS:

El propósito de este estudio es comparar cambios transitorios o definitivos en la función renal dentro de los primeros días postoperatorios a CRM en los pacientes sin CEC o con CEC, tomando en cuenta y comparando factores de riesgo preoperatorios y complicaciones concomitantes o asociadas.

MATERIALES Y METODOS

Criterios de inclusión:

Se incluyeron pacientes adultos que ingresaron a quirófano para Cirugía de Revascularización Miocárdica, con Circulación Extracorpórea (CEC) o sin ella.

Criterios de exclusión:

- Pacientes menores a 17 años.
- Cirugías valvulares, combinadas, aneurisma disecante de aorta, cardiopatías congénitas del adulto, complicaciones mecánicas del infarto.
- Disfunción renal previa con valores de Creatinina sérica mayores a 2 mg/dl, y pacientes en tratamiento dialítico por nefropatías crónicas.

Diseño:

En forma retrospectiva, consecutiva y anónima se incluyeron 168 pacientes, que ingresaron a quirófano para Cirugía de Revascularización Miocárdica entre Diciembre de 2007 y Enero de 2011, en el Instituto cardiovascular "Denton A. Cooley", C. A. B. A., los que constituyen el motivo de este análisis.

Definiciones:

- ✓ Se consideró Insuficiencia Renal Aguda Postoperatoria al aumento de la Creatinina sérica por encima de 2 mg/dl (con valores normales preoperatorios; 0,5 a 1,4 mg/dl) en las primeras 24 hs. del post Quirúrgico. (5)
- ✓ Síndrome de Bajo Volumen minuto (SBVM): Se considero el mismo clínicamente, hemodinámicamente y por laboratorio por las siguientes características: Hipotensión arterial sistémica (TAS <90 mmHg), oliguria y extremidades frías y pálidas, Índice Cardíaco < 2,2 l/min/m², Presión Capilar Pulmonar (PCP) > 20 mmHg, aumento de Resistencias Vasculares Sistémicas (RVS) > 1500 dynas.cm-5, diferencia A-V de O₂ > 5,5 ml/dl, acidosis láctica y saturación venosa mixta < 60%. (6)
- ✓ Infarto Agudo de Miocardio Perioperatorio (IAM periop.): Aumento de Troponina (5 veces mayor al percentil 99 del limite superior de referencia) en las primeras 72, asociado a nueva onda Q patológica, nuevo Bloqueo de Rama Izquierda de alto grado, documentación angiográfica de nueva oclusión de algún puente o evidencia por algún estudio de imagen de miocardio no viable. (7)
- ✓ Sangrado postoperatorio: Se considero sangrado medico a la necesidad de utilización de hemoderivados. Sangrado quirúrgico como un debito mayor de 500 ml en la primera hora, o mayor de 400 ml en la segunda hora, o mayor de 300 ml en la tercer hora, o mayor de 200 ml en la cuarta hora, o mayor de 100 ml desde la quinta hora, o sangrado que no cesa pese al tratamiento transfusional y no transfusional, o sangrado masivo súbito. (8)

- ✓ Accidente Cerebro – Vascular (ACV): se considero en sus formas de presentación como Stroke isquémico, disfunción cognitiva (por microembolias, hipoperfusión cerebral o reacción inflamatoria asociada a bypass), injuria hipóxica, convulsiones, coma, hemorragia intracerebral, neuropatía periférica, embolia oftálmica, injuria del plexo braquial, frénico, laríngeo recurrente, safeno y de la cadena simpática.

Análisis estadístico:

Para estudiar la asociación de cada una de las variables preoperatorias, operatorias y postoperatorias con Insuficiencia Renal Aguda se utilizó la prueba de chi (2) o la prueba de Fisher para las variables dicotómicas.

Para las variables numéricas continuas se utilizó la prueba de la t de Student.

Para la elección de los predictores independientes de IRA se ajustó un modelo de regresión logística en forma "escalonada" (stepwise), para lo cual como criterio de selección de los modelos se utilizó el criterio de información de Akaike (AIC). Para este análisis sólo se consideraron las variables preoperatorias que tuvieron asociación significativa con Insuficiencia Renal Aguda ($p < 0,01$) en las pruebas univariadas.

Se consideró significativo un valor de $p < 0,01$.

Los datos fueron procesados con el programa Statistix 7.

RESULTADOS

Características demográficas:

El total de pacientes relevados en este estudio fue de 168. Inicialmente fue de 186, quedando 18 fuera por no poder recabarse datos suficientes en las historias clínicas correspondientes.

El 100% fueron coronarios puros, 89 con CEC (53%) y 79 sin CEC (47%) (Grafico 1).

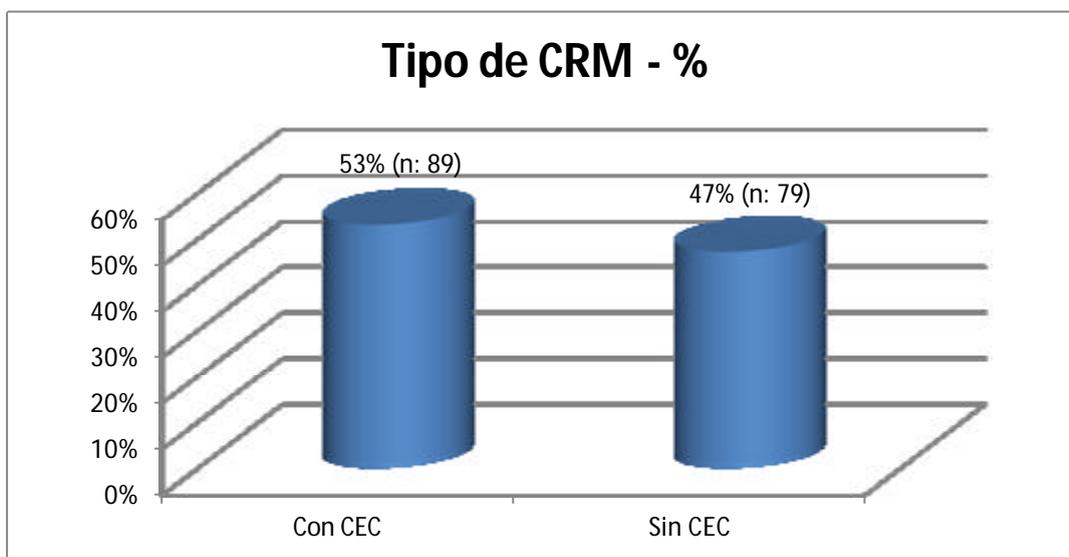


Grafico 1: Tipo de CRM y sus porcentajes correspondientes.

El sexo masculino tuvo prevalencia con el 96,42% (n: 162)

El 12,3% de la población era mayor de 75 años.

La edad media de la población fue de 66,8 años \pm 9,1, siendo en hombres de 63,1 \pm 9,5 y en mujeres de 68,4 \pm 9,2.

Los factores de riesgo cardiovasculares y antecedentes patológicos se resumen en los gráficos 2 y 3.

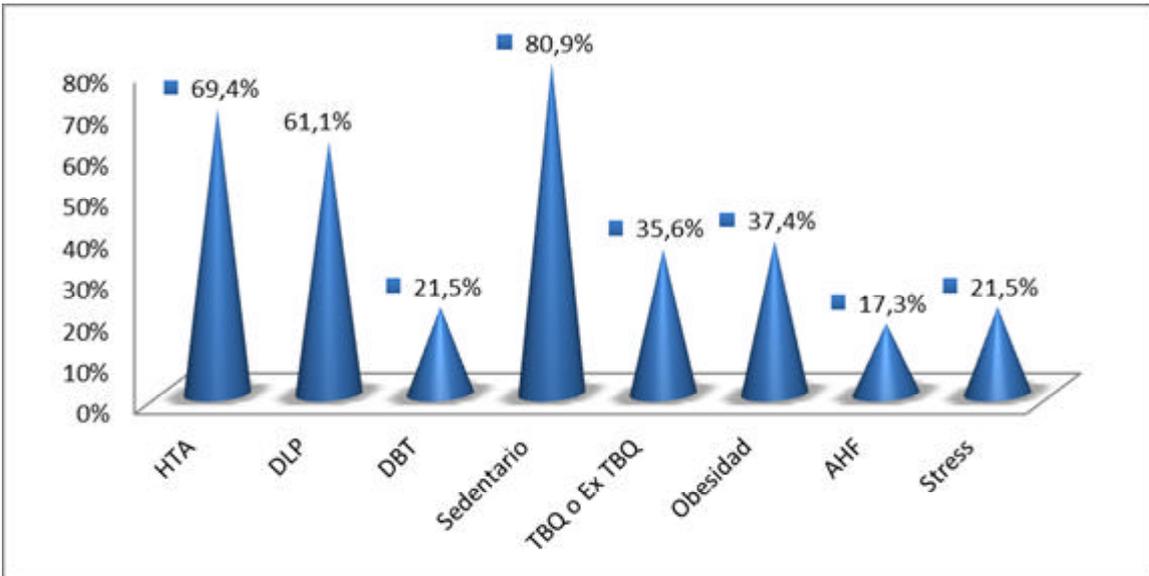


Gráfico 2: Factores de riesgo coronario. HTA: Hipertensión Arterial. DLP: Dislipemia. DBT: Diabetes Mellitus. TBQ: Tabaquismo. AHF: Antecedentes Heredo – Familiares.

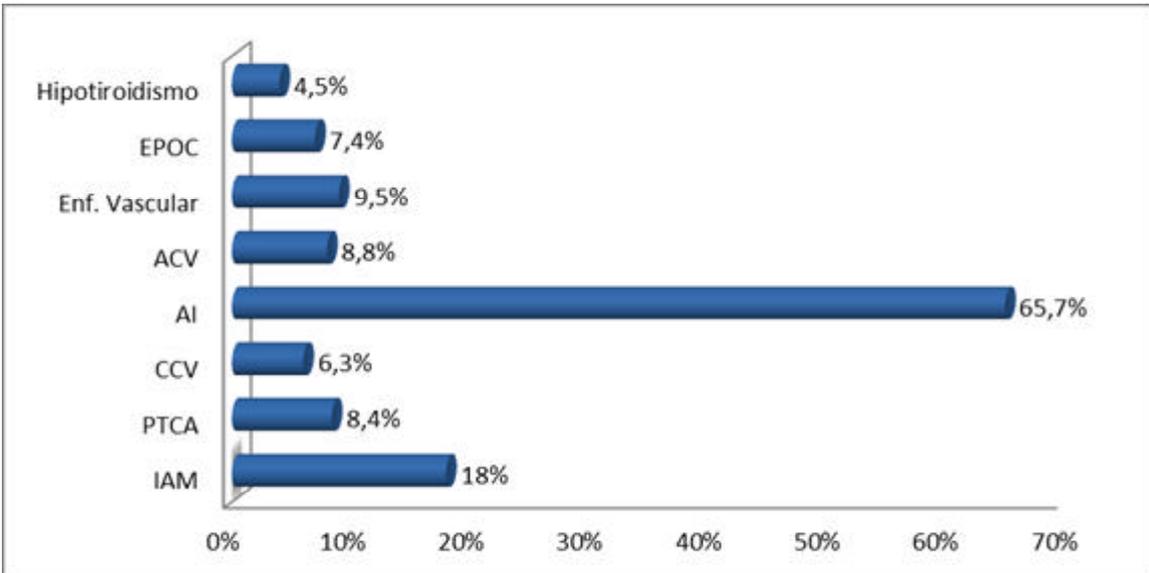


Gráfico 3: Antecedentes patológicos. EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica. ACV: Accidente cerebro – Vascular. AI: Angor Inestable. CCV: Cirugía cardíaca previa. PTCA: Angioplastia y/o colocación de stents previos. IAM: Infarto agudo de miocardio previo.

Los pacientes con angor Inestable (n: 109), el 41% correspondió a cuadros de angina de reciente comienzo, el 45% (n: 75) a angor progresivo y el resto a angor post infarto.

La Función Sistólica de Ventriculo Izquierdo, medida por método de Simpson en Ecocardiograma transtoraccico fue normal en el 27% de los casos, con deterioro leve en el 21%, moderado en el 35% y severo en el 17% restante.

La prevalencia de lesión de Tronco de Coronaria Izquierda fue del 27,5%; de la arteria Descendente Anterior, del 71,3%; de la Coronaria Derecha, 48,5% y de la Arteria Circunfleja, del 56,6%.

Lesión de un solo vaso en el 11% de los casos, de dos vasos en el 34,5% y de tres vasos coronarios en el resto.

Variables Intraquirúrgicas:

En el 95% de los casos la cirugía fue programada, en el 4% de urgencia y solo el 1% de emergencia.

El tiempo promedio de CEC fue de 90,84 minutos y el de clampeo aórtico de 49,56 minutos.

Revascularización incompleta en 58 de los 168 pacientes (35,6%).

Complicaciones postoperatorias:

La Fibrilación Auricular fue, sin duda, la complicación mas frecuente con un 23,3% del total de los pacientes.

El Sme. de Bajo Volumen minuto se presentó en el 16% de los casos.

El global de infecciones (neumonía, infección urinaria, infección de la herida, mediastinitis, sepsis, etc.) se presentaron en el 4,3% de los casos.

Sangrado medico en el 17% y quirúrgico en el 2%.

IAM perioperatorio el 2%.

No se registraron episodios de ACV.

La incidencia global de la Insuficiencia Renal Aguda (Creatinina > 2 mg/dl) en las primeras 24 hs post Qx fue del 4,16% (n=7), el 2,97% (n=5) fue patrimonio

del grupo con CEC, mientras que el 1,19% (n=2) restante fue del grupo sin CEC (p N/S).

Las complicaciones se resumen en los gráficos 4 y 5.

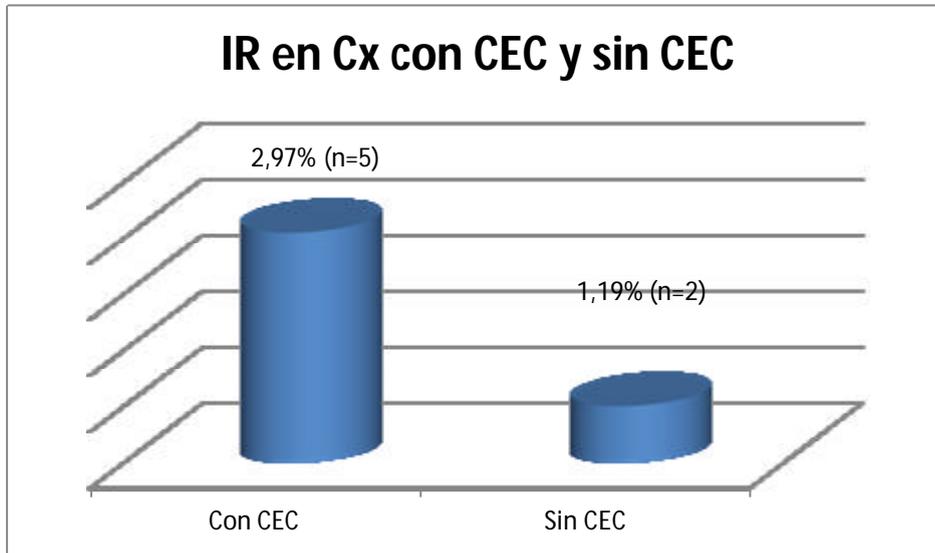


Gráfico 4: Porcentajes de IR en cirugía con CEC y sin CEC. (p N/S)

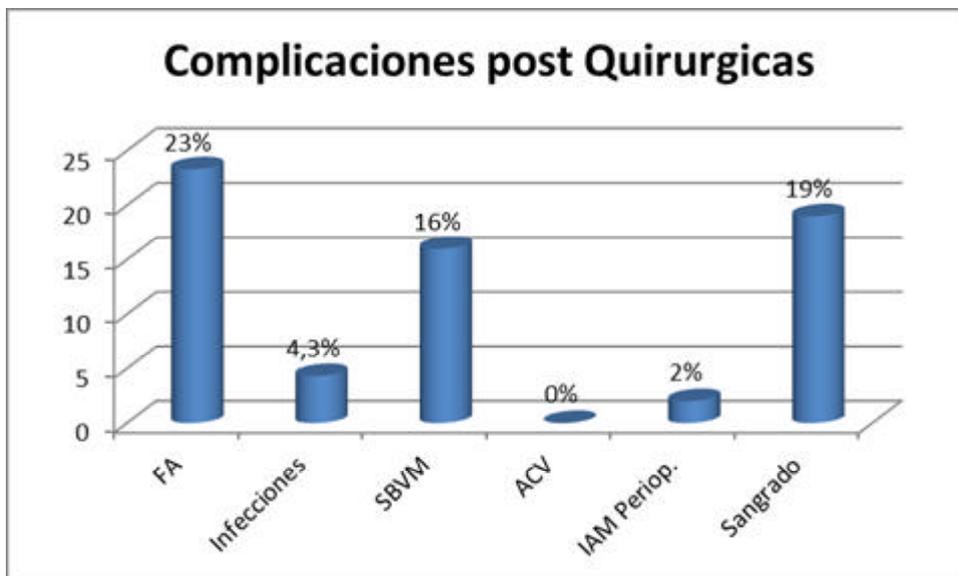


Gráfico 5: Complicaciones postquirúrgicas.

La mortalidad global fue del 5,95% (n: 10).

La mortalidad del grupo de Insuficiencia Renal Aguda se resumió a un solo caso, que no necesito tratamiento dialítico.

Variables y su relación con IRA en Cirugía c/CEC y s/CEC.

Se estudiaron las variables pre y post operatorias y su relación con la IRA en cirugía con CEC y sin CEC, y se determinó en el sexo femenino ($p < 0,001$), DBT ($p < 0,0001$), DLP ($p = 0,002$), CCV previa ($p < 0,001$), sangrado ($p = 0,01$) y muerte ($p < 0,001$), todas ellas a favor del grupo de pacientes sometidos a Circulación Extracorpórea. (Tabla 1).

Determinantes de Insuficiencia Renal Aguda y Predictores independientes:

Los determinantes preoperatorios se resumen en la Tabla 2.

Las variables predictoras independientes preoperatorias de IRA obtenidas luego del análisis de regresión logística múltiple fueron: sexo femenino (OR=4,1 IC95%=1,1-5), edad > a 75 años (OR=3,6 IC95%=1,2-5,3), la HTA (OR=2,1 IC95%=1,4-9,1), Diabetes Mellitus (OR=3,8 IC95%=1,2-8,1), DLP (OR=1,6 IC95%=0,8-4,9), Sedentario (OR=1,3 IC95%=1,1-5,1), Hipotiroidismo (OR=1,4 IC95%=1,25-3,5), EPOC (OR=1,2 IC95%=0,85-5,5), AI (OR=2,1 IC95%=0,97-4,1), CCV previa (OR=3,2 IC95%=1-6,1). (Tabla 3).

VARIABLES PRE Y POST OPERATORIAS. SU RELACIÓN CON LA IRA EN CIRUGÍA CON Y SIN CEC.

Variable	IRA s/CEC (n=2)	IRA c/CEC (n=5)	Valor de p
Hombre	2 (1,2%)	4 (2,4%)	0,1
Mujer	0	1(16,6%)	<0,001
Factores de Riesgo			
Edad > a 75 años	2(10%)	2 (10%)	N/S
HTA	1(0,8%)	3(2,4%)	0,053
DBT	1(2,7)	5(13,88%)	<0,0001
DLP	1(0,98%)	4(3,9%)	0,002
Sedentarismo	2(1,47%)	3(4,4%)	0,196
TBQ o ex TBQ	0	2(3,3%)	0,03
AHF	0	0	
Obesidad	0	3(4,7%)	0,033
Stress	0	0	
Antecedentes Patologicos			
Hipotiroidismo	1 (14,2%)	0	0,06
EPOC	0	1(8,3%)	0,053
Enf. Vascular perif.	0	1(6,25%)	0,02
ACV	0	0	
Angor Inestable	1(0,9%)	3(2,7%)	0,013
CCV previa	0	1(10%)	<0,001
PTCA previa	0	0	
IAM previo	0	1(3,3%)	0,02
Complicaciones post Qx			
Fibrilacion Auricular	0	2(5,2%)	0,06
Infecciones	0	0	
SBVM	0	2(7,4%)	0,02
ACV	0	0	
IAM perioperatorio	0	0	
Sangrado	0	1(3,1%)	0,01
Muerte	0	1(10%)	<0,001

Tabla 1: HTA: hipertensión arterial; IRA: Insuficiencia Renal Aguda; CEC: Circulación Extracorpórea; DBT: Diabetes Mellitus; DLP: Dislipemia; TBQ: Tabaquista; AHF: Antecedentes Heredo-familiares; EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica; ACV: Accidente Cerebro – Vascular; CCV: Cirugía Cardiovascular previa; PTCA: Angioplastia previa; IAM: Infarto Agudo de Miocardio; SBVM: Síndrome de Bajo Volumen Minuto.

Determinantes de IRA postoperatoria. Análisis Univariado.

Variable	Pacientes (n=168)	%	%IRA (n=7)	p
Mujer				
si	6	3,58	16,6	<0,001
no	162	96,42	3,57	
Edad > a 75 años				
si	20	12,3	20	<0,0001
no	148	88,07	2,02	
HTA				
si	116	69,4	3,44	0,01
no	52	30,6	5,7	
DBT				
si	36	21,5	16,6	<0,001
no	132	78,5	0,7	
DLP				
si	102	61,1	4,9	0,01
no	66	38,9	3,03	
Sedentarismo				
si	136	80,9	3,67	0,036
no	32	19,1	6,25	
TBQ o ex TBQ				
si	60	35,6	3,33	N/S
no	108	64,4	4,62	
Obesidad				
si	63	37,4	4,76	0,068
no	105	62,6	3,8	
Hipotiroidismo				
si	7	4,5	14,2	<0,001
no	161	95,5	3,7	
EPOC				
si	12	7,4	8,33	0,003
no	156	92,8	3,8	
Enf. Vascular perif.				
si	16	9,5	6,25	0,53
no	152	90,5	3,9	
Angor Inestable				
si	110	65,7	3,63	0,075
no	58	34,3	5,17	
CCV previa				
si	10	6,3	10	<0,0001
no	158	93,7	3,7	
IAM previo				
si	30	18	3,33	N/S
no	138	82	4,34	

Tabla 2: HTA: hipertensión arterial; IRA: Insuficiencia Renal Aguda; DBT: Diabetes Mellitus; DLP: Dislipemias; TBQ: Tabaquista; EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica; CCV: Cirugía Cardiovascular previa; IAM: Infarto Agudo de Miocardio.

Determinantes independientes de Insuficiencia Renal luego de la cirugía de revascularización miocárdica. (Regresión logística múltiple)

Variable	b	p	Odds ratio	IC (95%)
Mujer	1,9	0,002	4,1	1,1 - 5
Edad > 75 a	1,8	0,001	3,6	1,2 - 5,3
HTA	1,3	0,0034	2,1	1,4 - 9,1
DBT	0,2	0,0001	3,8	1,2 - 8,1
DLP	0,5	0,7	1,6	0,8 - 4,9
Sedentario	1,1	0,02	1,3	1,1 - 5,1
Hipotiroidismo	0,3	0,057	1,4	1,25 - 3,5
EPOC	1	0,066	1,2	0,85 - 5,5
AI	0,4	0,06	2,5	0,97 - 4,1
CCV previa	0,2	0,0099	3,2	1 - 6,1

Tabla 3: HTA: hipertensión arterial; DBT: Diabetes Mellitus; DLP: Dislipemias; EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica; CCV: Cirugía Cardiovascular previa; AI: Angor Inestable. Coeficiente de Concordancia = 0,95.

Discusión

Definimos a la Insuficiencia Renal Aguda como un síndrome clínico, secundario a múltiples etiologías, potencialmente reversible, que se caracteriza por un deterioro brusco de la función renal cuya expresión común es un aumento de la concentración de los productos nitrogenados en sangre, asociándose en un 60% de los casos a una disminución del débito urinario y alterando la homeostasis del organismo. (9, 10, 11)

Los resultados de este estudio retrospectivo muestran un aumento no significativo de la incidencia de Insuficiencia Renal Aguda en los pacientes sometidos a Cirugía de Revascularización Miocárdica con Circulación Extracorpórea, en contrapartida con los sometidos a este tipo de procedimiento pero sin CEC.

La incidencia global de la Insuficiencia Renal Aguda (Creatinina > 2 mg/dl) en las primeras 24 hs post Qx fue del 4,16% (n=7), el 2,97% (n=5) fue patrimonio del grupo con CEC, mientras que el 1,19% (n=2) restante fue del grupo sin CEC (p N/S). (Gráfico 5).

Varios autores se han referido al tema, y los resultados no concuerdan con los expuestos en este trabajo.

Sin ir mas lejos, un trabajo de Di Mauro M. et al. publicado en Ann Thorac Surg. en noviembre de 2007 en donde se incluyeron 2943 pacientes coronarios puros con enfermedad de múltiples vasos , la incidencia de IRA era 5.4% (sin CEC 2.9% contra la con CEC 7.9% (p< 0.001).(12)

Otro trabajo relativamente reciente de Zhang WF, Gu TX, Diao C et al. De 2008 incluyo a 849 pacientes y la incidencia de IRA posquirúrgica en pacientes

sometidos a CRM por enfermedad de múltiples vasos fue de 6,1% para el grupo con CEC y del 2,4% para el grupo sin CEC ($p < 0,001$). (13)

Otro estudio de setiembre de 2008, publicado en el *Nephrology Dial Transplant* por Massoudy P. et al., con características más parecidas a este, por el número de pacientes ($n=201$) y por la relación numéricas entre sometidos a CEC y no (100 y 101 respectivamente). En el mismo se informa una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,003$) entre el grupo sin CEC vs con CEC (14% vs 27,7%). (14)

Una de las explicaciones posibles que mencionan, por la cual habría una diferencia significativa en los pacientes sometidos a Circulación Extracorpórea, sería por la no reposición adecuada de volumen donde se utiliza manitol para cebar el circuito extracorpóreo con el objetivo de mantener diuresis adecuada durante el BCP y como antioxidante, empleándose además grandes volúmenes de cristaloides para la hemodilución y durante el recalentamiento de la hipotermia sistémica se produce una disminución de la reabsorción de sodio y sal en el túbulo renal que provoca la llamada diuresis fría. Todos estos factores contribuyen a la aparición de una poliuria de hasta 500ml/h o más en las primeras horas del postoperatorio. (15,16)

Se estudiaron las variables pre y post operatorias y su relación con la IRA en cirugía con CEC y sin CEC, y se determinó que hay diferencias significativas en el sexo femenino ($p < 0,001$), DBT ($p < 0,0001$), DLP ($p=0,002$), CCV previa ($p < 0,001$), sangrado ($p=0,01$) y muerte ($p < 0,001$), todas ellas a favor del grupo de pacientes sometidos a Circulación Extracorpórea. (Tabla 1).

Se estudiaron las variables determinantes postoperatorias de insuficiencia renal aguda.

Se concluyo que el sexo femenino ($p < 0,001$), los pacientes mayores de 75 años ($p < 0,0001$), HTA ($p = 0,01$), DBT ($p < 0,001$), DLP ($p = 0,01$), Hipotiroidismo ($p < 0,001$), EPOC ($p = 0,003$) y CCV previa ($p < 0,001$) tenían tendencia estadísticamente significativa a favor de la IRA en el postoperatorio. (Tabla 2)

De aquí se eligieron las variables más representativas para el cálculo de regresión logística.

En relación a las variables independientes, calculadas por Regresión logística múltiple (Tabla 3), la Diabetes Mellitus (OR=3,8 IC95%=1,2-8,1), entre otros, aparece como un predictor estadísticamente significativo. Este tipo de pacientes ven incrementado el riesgo de padecer Insuficiencia Renal por daño parenquimatoso secundario a factores hemodinámicos relacionados con disfunción endotelial de larga data. Si a esto le sumamos el flujo laminar de la Bomba de Circulación Extracorpórea y episodios de hipotensión intraquirúrgicos o post quirúrgicos, tendremos una combinación que justificaría ampliamente lo expuesto. Sin embargo el análisis detallado de este tema escapa a los objetivos primarios de este estudio. (17)

Asimismo, el sexo femenino (OR=4,1 IC95%=1,1-5), la edad > a 75 años (OR=3,6 IC95%=1,2-5,3), la HTA (OR=2,1 IC95%=1,4-9,1), y la Cirugía Cardíaca Previa (OR=3,2 IC95%=1-6,1) fueron predictores significativos.

Conclusiones:

No se encontró diferencia significativa en la aparición de Insuficiencia Renal Aguda en pacientes sometidos a Cirugía Cardíaca de Revascularización Miocárdica con Circulación Extracorpórea o sin ella.

Hubo diferencias entre los pacientes sometidos a CEC de los que no, en el grupo IRA, en sexo femenino, diabéticos, dislipémicos, con cirugía cardíaca previa, sangrado postquirúrgico y muerte.

Las variables significativas preoperatorias determinantes de IRA fueron el sexo femenino, edad mayor a 75 años, HTA, DBT, DLP, Hipotiroidismo y CCV previa.

La DBT, HTA, el sexo femenino, la edad > a 75 años y la CCV previa fueron predictores independientes de IRA estadísticamente significativos.

Bibliografía:

1. "Cuidados perioperatorios en Cirugía Cardiovascular"; Sociedad argentina de Cardiología, Consejo de Emergencias "Rafael Bullrich"; Capítulo 14, 213– 214.
2. Ann Thorac Surg. 2007 Nov;84(5):1496-502. PMID: 17954051 [PubMed - indexed for MEDLINE].
3. Chin Med J (Engl). 2008 Aug 20; 121(16):1537-42. PMID: 18982864 [PubMed - indexed for MEDLINE]
4. Bertolasi C, Ramos A. Cardiología clínica (Vol 3). Inter médica 1987; pp 1747-1762.
5. Ferguson TB jr, Dziuban SW jr, Edwards FH, et al. The STS National Database: Current changes and challenges for the new millennium. Committee to Establish a National Database in Cardiothoracic Surgery, The Society of Thoracic Surgeons. Ann Thorac Surg 2000; 69:680-691.
6. Yau TM, Fedak PW, Weisel RD, Teng C, Ivanov J. Predictors of operative risk for coronary bypass operations in patients with left ventricular dysfunction. J Thorac Cardiovascular Surg 1999; 118(6):1006-1013.
7. Diego Kirschmann, Gustavo de Leon. Isquemia e Infarto en el perioperatorio de cirugía cardiovascular. Revista Argentina de Cardiología 1993;61:561-566.
8. Lang SJ. Reoperative Strategies for the bleeding cardiovascular patients. Blood conservation in cardiac surgery. Krieguer KH, Isom OW. Ed. Springer. Chap. 22, 1998. pp. 543– 537.
9. Klahr S, Miller Sb. Current contents concepts: acute oliguria. New Eng J Med 1998; 338(10):671-76.
10. Thadhani R. Medical progress. Acute renal failure. New Eng J Med 1996; 334(22):1441-60.

11. Avila MO. Is diuresis important in acute renal failure mortality? How much is enough. J Am Soc Nephrology ASN program and abstracts 30th annualmeeting Nov 1997; 8.

12. Coronary artery bypass surgery and acute kidney injury--impact of the off-pump technique.

Massoudy P, Wagner S, Thielmann M, Herold U, Kottenberg-Assenmacher E, Marggraf G, Kribben A, Philipp T, Jakob H, Herget-Rosenthal S. (2)

13. Does off-pump coronary surgery reduce postoperative acute renal failure? The importance of preoperative renal function.

Di Mauro M, Gagliardi M, Iacò AL, Contini M, Bivona A, Bosco P, Gallina S, Calafiore AM.

14. Comparison of transient changes in renal function between off-pump and on-pump coronary artery bypass grafting.

Zhang WF, Gu TX, Diao C, Zhang YH, Wang C, Fang Q, Wang HL.

15. Abel RM, Buckley MJ, Austen WG, Barnett GO, Beck CH Jr, Fischer JE. Etiology, incidence, and prognosis of renal failure following cardiac operations. Results of a prospective analysis of 500 consecutive patients.

J Thorac Cardiovasc Surg 1976; 71: 323–33.

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: 145–9

17. Nephrol Dial Transplant. 2008 Sep; 23(9):2853-60. Epub 2008 Apr 3. PMID: 18388121 [PubMed - indexed for MEDLINE.