

# *Fracaso renal agudo postcirugía cardíaca infantil. Estudio de 48 casos*

N. Gallego \*, R. Collado \*\*, P. Díaz \*\*, R. Gómez \*\*, F. Liaño \* y J. Ortuño \*

\* Servicio de Nefrología. Hospital Ramón y Cajal. Madrid.

\*\* Unidad de Cirugía Cardíaca Infantil. Hospital Ramón y Cajal. Madrid.

## RESUMEN

*Se analizan 48 casos de fracaso renal agudo postcirugía infantil atendidos por nuestro servicio desde 1978 a 1986.*

*Se han evaluado los factores desencadenantes del fracaso renal (pre, intra y postoperatorios), la situación del enfermo al ser atendido por el nefrólogo por primera vez y la evolución. Todos estos datos se han relacionado con la mortalidad, a fin de intentar establecer factores pronósticos.*

*Han fallecido 24 niños (50 %), y en nuestra experiencia, la mortalidad no se ha visto influida por la edad, el sexo, la presencia de infección, la oliguria o necesidad de diálisis, los valores máximos alcanzados de urea y creatinina o el tipo de cirugía (paliativa o resolutive, extracorpórea o cerrada). Aunque el tiempo de by-pass ha sido mayor en el grupo de mala evolución que en el de los supervivientes, la diferencia no ha resultado ser estadísticamente significativa.*

*Sin embargo, sí que la mortalidad se ha relacionado con la complejidad de la cardiopatía de base, la hipotensión mantenida, la necesidad de intubación, el número de complicaciones, la precocidad de instauración del fracaso renal en relación con el momento de la cirugía y el tiempo requerido de camplaje de aorta.*

Palabras clave: **Fracaso renal agudo. Cirugía cardíaca infantil.**

## ACUTE RENAL FAILURE FOLLOWING CARDIAC SURGERY IN CHILDREN: A STUDY OF 48 CASES

### SUMMARY

*From 1978 to 1986 we have studied 48 children with acute renal failure following cardiac surgery.*

*The predisposing factors which potentially could contribute to the development of renal failure before, during and after surgery have been analyzed. The patient's clinical situation when he/she was seen by the first time by the nephrologist and the subsequent course have also been studied in order to establish prognostic criteria.*

*Overall mortality in our patients was 50 %. In our experience it was not related to: age, sex, serum urea values on admission, administration of nephrotoxic agents, isolated episodes of hypotension, maximal urea and creatinine concentrations, type of surgery (closed or open, palliative or corrective). On the other hand, mortality appears related to: complexity of the cardiopathy, poor respiratory status, maintained hypotension, multiple associated complications, early onset of acute renal failure and aortic cross-clamping time.*

Key words: **Acute renal failure. Pediatric cardiac surgery.**

Correspondencia: Dra. Nieves Gallego.  
Servicio de Nefrología.  
Hospital Ramón y Cajal.  
Carretera de Colmenar Viejo, km. 9,100.  
28034 Madrid.

## Introducción

Los enfermos sometidos a cirugía cardíaca constituyen un grupo con alto riesgo de padecer fracaso renal agudo (FRA). En ellos confluyen muchas causas desencadenantes de insuficiencia renal (alteraciones hemodinámicas, administración de sustancias nefrotóxicas, hemólisis, anomalías metabólicas, posibles malformaciones urológicas concomitantes...) y, en el caso de los niños pequeños, la inmadurez renal es un factor sobreañadido importante.

En la literatura se recoge la instauración de FRA en estos pacientes como frecuente y grave y, por lo tanto, digna de su estudio en profundidad. Por ello hemos analizado nuestra experiencia en esta patología, intentando identificar factores pronósticos.

## Material y métodos

La población estudiada la constituyen 48 niños con edades comprendidas entre dos días y los dieciocho años y nueve meses, con una mediana de catorce meses; 33 de ellos son varones y 11 niñas. Todos cumplían los criterios de definición de fracaso renal agudo (FRA) que se exponen más adelante y padecían una cardiopatía congénita, que ha sido calificada de simple o compleja por el Servicio de Cirugía Cardíaca Infantil, según su dificultad de corrección. En la tabla I constan los diagnósticos cardiológicos desglosados en las dos categorías.

El tipo de cardiopatía y las características de la ci-

rugía empleada se muestran en la tabla II. A efectos de análisis, se dividió a la población estudiada en dos grupos, uno de ellos (grupo I) comprende los 24 niños fallecidos y el grupo II lo constituyen los 24 supervivientes.

El tratamiento anestésico y operatorio empleado rútinariamente incluyó: fentanil, 0,005 mg/kg.; bromuro de pancuronio, 0,1 mg/kg., y cefazolina, 50 mg/kg., una dosis previa a la intervención, y en los sometidos a circulación extracorpórea, al terminar ésta, manitol, 0,5 a 1 g/kg., y furosemida, 1 mg/kg.

### Definiciones

Se diagnosticó FRA cuando los valores en sangre de urea y creatinina fueron iguales o superiores a 60 y 1 mg/dl., respectivamente. Si el estudio se hizo a las veinticuatro horas de la intervención se exigieron cifras superiores, urea igual o mayor de 70 mg/dl. y creatinina 1,3<sup>1</sup>. Además, todos los enfermos cumplían al menos uno de los siguientes criterios:

1. Oliguria tras la corrección de depleción de volumen y la administración de furosemida hasta una dosis de 5 mg/kg.
2. Cociente urea urinaria/urea plasmática inferior a 5.
3. Índice de fallo renal superior a 2<sup>2</sup>.

La oliguria se definió como diuresis inferior a 1 c.c./kg/h. y la hipotensión como cifras inferiores a la media menos dos desviaciones estándar de las normales para su edad y sexo en los enfermos mayores de dos años<sup>3</sup>. Los de menor edad se calificaron de hipotensos si la TA sistólica era inferior a 60 mmHg. En todos los enfermos se estudiaron los siguientes aspectos: a) Factores demográficos: edad, sexo y cardiopatía de base. b) Circunstancias preoperatorias: cifra de urea al ingreso, presencia de alteraciones urológicas, administración de sustancias nefrotóxicas y valores de la TA. c) Datos intraoperatorios: técnica quirúrgica empleada (paliativa o resolutive, circulación extracorpórea o cerrada), tiempos quirúrgicos (de by-pass y camplaje de aorta) y presencia o no de hipotensión. d) Situación clínica del niño al ser estudiado por el nefrólogo por primera vez, analizándose en especial respiración espontánea o asistida, alteraciones neurológicas, valores de TA, presencia de fiebre y oliguria. e) Tiempo transcurrido desde la cirugía. f) Necesidad de diálisis. g) Naturaleza y número de las complicaciones tras la instauración del FRA. h) Concentraciones máximas alcanzadas de urea y creatinina. i) Causas de muerte. Para los cálculos estadísticos se ha utilizado el test de Wilcoxon, el método de «chi» cuadrado con la corrección de Yates y la prueba z de comparación de proporciones.

### Resultados

Veinticuatro de los 48 niños fallecieron (50 % grupo I) y otros tantos sobrevivieron (grupo II). Las me-

**Tabla I.** Clasificación de las cardiopatías

<b>Simples (n = 13)</b>	
Estenosis pulmonares .....	2
Defectos del septo interventricular + estenosis pulmonar .....	2
Tetralogía de Fallot .....	4
Defecto del septo interventricular .....	1
Defecto del septo interauricular con defecto del septo interventricular y anomalía de la pulmonar .....	1
Coartaciones de aorta .....	2
Ductus arterioso persistente con hipertensión pulmonar .....	1
<b>Complejas (n = 35)</b>	
Defectos del septo ventrículo atrial .....	9
Drenajes venosos anómalos totales .....	4
Ventrículos derechos de doble salida .....	4
Transposiciones de las grandes arterias .....	3
Defecto del tabique interventricular con prótesis mitral .....	1
Atresia pulmonar con defecto del septo interventricular .....	2
Ventana aortopulmonar .....	1
Atresias tricúspides (una con estenosis pulmonar y otra con atresia pulmonar) .....	3
Atresia pulmonar con septo íntegro y ductus .....	1
Ventrículos únicos (uno con interrupción del istmo aórtico y otro con aorta en transposición y estenosis pulmonar) .....	5
Defecto del septo ventricular con coartación de aorta e hipertensión pulmonar .....	1
Prótesis por estenosis aórtica con prótesis por estenosis mitral más defecto del septo interventricular y coartación de aorta ...	1

**Tabla II.** Tipo de cardiopatía y cirugía empleada

	Cardiopatía		Cirugía		T.º by-pass X ± SE	Clampaje aorta × ± SE	
	N	Simple	Compleja	Resolutiva			Extracorpórea
I	24	3	21 *	21	18	130 ± 19'	82 ± 12'
II	24	11	13 *	21	20	91 ± 8'	51 ± 7'

\* p &lt; 0,05.

dianas de edades, el sexo, la función renal a su ingreso, medida por la concentración de urea en sangre, el tipo y número de sustancias nefrotóxicas empleadas en el preoperatorio (principalmente contraste yodado) fueron similares en ambos grupos y no parecen, por tanto, influir en la mortalidad del FRA (tabla III). En los 15 casos en que se vieron los riñones en el cateterismo no se detectaron anomalías urológicas.

**Tabla III.** Factores preoperatorios

N	Edad		Sexo V/H	Urea normal al ingreso	Tóxicos (contraste)		
	M (meses)	Rango					
I	24	12	2 d-16	5/12	15/9	13	7
II	24	24	16 d-18	9/12	18/6	13	8

La severidad de la cardiopatía de base fue significativamente diferente en ambos grupos (p < 0,05). En el I se diagnosticaron 21 malformaciones complejas, frente a 13 de similares características en el II.

La cirugía fue resolutiva en 21 ocasiones en cada uno de los dos grupos y casi siempre se utilizó la circulación extracorpórea, 18 veces en el I y 20 en el II. El tiempo de by-pass fue superior a los niños que fallecieron (- 130), y aunque no alcanzó significación estadística, estuvo próximo a lograrlo (tabla II). Sin embargo, sí se observó un tiempo de clampaje aórtico significativamente superior en el grupo I (tabla II).

Al estudiar el comportamiento de la TA antes, durante y después de la cirugía, vemos que la presencia de un fenómeno aislado de hipotensión, en cualesquiera de estos momentos, no se asoció a un pronóstico peor, pero los tres niños con hipotensión mantenida murieron, mientras que sólo lo hizo uno de los que siempre estuvieron normotensos, y ello por una complicación intercurrente (tabla IV).

**Tabla IV.** Análisis de la hipotensión

	Aislada	Persistente	No hipotensión
I (n = 24)	20	3	1
II (n = 24)	19	0	5

Al analizar la situación del enfermo en el momento de ser atendido por primera vez por el nefrólogo, apreciamos una mortalidad significativamente superior en los que precisaban respiración asistida (tabla V). La presencia de alteraciones neurológicas, fiebre y oliguria y la necesidad de diálisis no modificaron el pronóstico.

**Tabla V.** Situación inicial del enfermo

	I (n = 24)	II (n = 24)	p
Respiración espontánea	3	13	< 0,05
Fiebre	10	6	NS
Alter. SNC	4	2	NS
Oliguria	14	7	NS
Necesidad diálisis	12	7	NS
FRA precoz (- 48 h.)	23	15	< 0,05

La precocidad de instauración del FRA, medida por el momento en que fue consultado el nefrólogo después de la intervención fue significativamente diferente (p < 0,05). Tan sólo en un caso del grupo I fuimos requeridos después de cuarenta y ocho horas de la cirugía, mientras que lo fuimos en ese período en 15 enfermos del grupo II. El número total de complicaciones fue 85 y afectaron a 33 enfermos; los 11 exentos de ellas sobrevivieron. La más frecuentes fueron las hematológicas<sup>20</sup> y los descensos de la TA<sup>18</sup>, seguidas de las alteraciones del SNC<sup>16</sup>, las infecciones<sup>15</sup> y las complicaciones respiratorias<sup>14</sup>; al estudiar su incidencia en los dos grupos de enfermos vimos que la hipotensión y las complicaciones hematológicas fueron significativamente más frecuentes en los casos de peor evolución, pero no las infecciones, respiratorias ni neurológicas (tabla VI).

Las cifras máximas alcanzadas de urea y creatinina de los que murieron (x ± SE = 147 ± 11,5 y 2,6 ±

**Tabla VI.** Complicaciones

	I (n = 24)	II (n = 24)	p
Hematológicas	15	5	< 0,05
Hipotensión	15	3	< 0,05
Neurológicas	9	7	NS
Infecciosas	8	7	NS
Respiratorias	7	7	NS

0,2) resultaron superponibles a las de los supervivientes ( $133 \pm 9$  y  $2,61 \pm 0,35$  mg/dl.).

Tres niños fallecieron después de haber recuperado función renal, por lo que parece improbable atribuir al FRA alguna responsabilidad en la mortalidad; en los 21 restantes la insuficiencia renal pudo jugar algún papel, pero ninguno de ellos murió por hiperpotasemia ni otras alteraciones electrolíticas. Otros factores que contribuyeron fueron: la enfermedad de base en 21 ocasiones, las infecciones en ocho, problemas hematológicos también en ocho, arritmias en dos, alteraciones respiratorias en dos y lesiones neurológicas en cinco.

En ocho enfermos solamente pudimos evidenciar una causa de muerte; dos por diátesis hemorrágica y seis por cardiopatía; un enfermo de dos días de vida con atresia pulmonar más atresia tricúspide más ductus; otro de cuatro días con drenaje venoso anómalo; un caso de once días con atresia pulmonar con septo íntegro y ductus; otro de once meses con drenaje venoso anómalo; un niño de seis meses y medio con ventrículo único, intervenido con técnica de Fontán, y un último de quince años afecto de atresia pulmonar, operado con el mismo método.

## Discusión

El FRA en la infancia ha sido objeto de menos estudios<sup>4-11</sup> que en los adultos. Su etiología es diferente en esa edad, varía a lo largo de ella<sup>12-15</sup> y también se ve influida por el entorno sanitario en que se produce; antes la causa más frecuente era la deshidratación del lactante, mientras que ahora, en hospitales como el Sick Children de Londres, el motivo principal es la cirugía cardíaca<sup>6</sup>. En nuestro hospital, de un total de 114 FRA, 48 lo son por este motivo (42 %).

La insuficiencia renal después de esta cirugía es un hecho frecuente más constatado en la cirugía extracorpórea<sup>16-18</sup> y su incidencia varía en las distintas series<sup>20-23</sup>, dependiendo de la definición del FRA, la edad de los enfermos y los tiempos de bypass y clampaje de aorta<sup>21</sup>. Todos nuestros enfermos recibieron, al terminar la circulación extracorpórea, manitol, 0,5 a 1 g/kg, y furosemida, 1 mg/kg., que se han demostrado útiles en esta situación<sup>24</sup>, y tal vez en otras circunstancias<sup>25</sup>. También se trataron con drogas vasoactivas (dopamina, dobutamida y nitroprusiato) para mejorar la perfusión renal<sup>27, 28</sup>.

La definición de FRA varía según los autores. Barrat<sup>21, 22</sup> lo identifica con la oliguria (diuresis inferior a 0,5 c.c./kg/h.) y la necesidad de diálisis. Creemos que además de que el FRA no es sinónimo de oliguria<sup>23, 26</sup> en estos niños diuresis de más de 0,5 c.c./kg/h., incluso de más de uno son insuficientes en relación con el aporte de fluidos que reciben y

por esto deben considerarse como FRA casos con diuresis conservada<sup>23</sup>.

Tampoco hemos restringido la definición a aquellos que requieren diálisis. Las indicaciones de esta técnica no son las mismas en las distintas series y la más frecuente es la sobrecarga de volumen, más que los valores de urea o creatinina o las alteraciones electrolíticas, situación ésta que en la actualidad se podría corregir con otras técnicas, como la hemofiltración continua<sup>29, 30</sup>.

Como el FRA es el deterioro brusco de la función renal, suficiente para producir una elevación en sangre de los productos nitrogenados, habitualmente la definición va ligada a la presencia de unas cantidades mínimas de urea y/o creatinina. En la infancia estos parámetros son más bajos que en los adultos<sup>30, 31</sup> y varían con la edad. En la cirugía cardíaca cabe la posibilidad de que se alteren por factores extrarrenales o que estos enfermos padezcan un deterioro transitorio de la función renal que no tenga relevancia clínica<sup>21, 24, 33</sup>. Los valores elegidos por nosotros de urea y creatinina para definir el FRA se basan en un estudio previo<sup>1</sup>, prospectivo, sobre 32 enfermos que acudieron consecutivamente a nuestro hospital para ser operados de cardiopatía congénita y no tuvieron complicaciones especiales. La creatinina preoperatoria fue de  $0,45 \pm 0,16$  mg/dl. ( $\bar{x} \pm DS$ ) y alcanzó su valor máximo a las veinticuatro horas de la intervención ( $0,73 \pm 0,28$ ) y volvió a las cifras basales a los cuatro días. La urea no se modificó de modo ostensible y llegó a una concentración de  $35 \pm 17$  mg/dl. a las veinticuatro horas de la cirugía.

De acuerdo con esto, hemos definido el FRA como la presencia en sangre de valores de urea iguales o superiores a 60 mg/dl. y de creatinina de 1 mg/dl., pero si las determinaciones se hacían a las veinticuatro horas de la operación, se han requerido cifras iguales o mayores a la media más dos desviaciones estándar de los resultados de este estudio (creatinina, 1,3, y urea, 70 mg/dl.).

Se ha completado la definición con otros requisitos:

1. Diuresis inferior a 1 c.c./kg/h., a pesar de tratamiento con furosemida, hasta una dosis de 5 mg/kg. y repleción de volumen si era necesario. Estas dos medidas pueden tener un valor en el difícil diagnóstico diferencial entre el FRA y la necrosis tubular aguda (NTA). La única posibilidad de saber con certeza que nos encontramos ante un deterioro funcional prerrenal es la recuperación del filtrado glomerular al corregir los factores extrarrenales, cosa que no se puede hacer en la mayoría de los casos.

La mala perfusión renal no suele ser por déficit de volumen, sino por fallo de la bomba cardíaca, y, por tanto, es excepcional que se requiera aporte de líquidos para mejorarla. Los diuréticos, que en fases previas al FRA pueden ser útiles<sup>6, 25</sup>, es dudoso que lo

sean en el FRA establecido. No obstante, nos ha parecido necesaria la no respuesta a estas dos medidas antes de catalogar a un niño como insuficiente renal.

2. El cociente urea urinaria/urea plasmática está disminuido en la NTA y en los niños alcanza valores por debajo de 5<sup>23</sup>.

3. El índice de fallo renal lo hemos considerado elevado si era mayor de 2<sup>2, 8</sup>.

Estos enfermos padecen una yatrogenia desgraciadamente inevitable (contraste yodado, antibióticos, anestésicos, otros fármacos...) <sup>33, 35</sup>, ellos mismos pueden tener otras alteraciones que predispongan al FRA (uropatías, hipoxia, hipoglucemia, otras anomalías metabólicas <sup>15, 36-38</sup>).

Casi todos los parámetros que se encontraron con más frecuencia en el grupo de los fallecidos (hipotensión mantenida, mayor tiempo de clampaje de aorta, necesidad de intubación) están relacionados con la severidad de la cardiopatía, que implica una dificultad quirúrgica mayor y una situación hemodinámica peor. También la rapidez de instauración del FRA puede hablar en este sentido. La mortalidad se vincula, por tanto, más a la gravedad de la enfermedad de base que a la del FRA.

Las complicaciones también ensombrecieron el pronóstico, sobre todo las hematológicas (CID, hemólisis, sangrado), y la persistencia de hipotensión a lo largo de la evolución.

La causa de muerte fue multifactorial en las dos terceras partes de los casos y sólo en dos de ellos la cardiopatía no parece que jugó un factor importante.

La comparación de estos resultados con los de otros autores es imposible dada la disparidad de criterios diagnósticos y terapéuticos. Nuestra mortalidad global fue de un 50 %, similar a la de Barrat <sup>6</sup>, del 45 % (11 de 24 niños), e inferior a la de Hodson <sup>4</sup>, del 72 % (ocho de 11 enfermos), que trató a todos sus pacientes con hemodiálisis.

La edad se ha considerado un factor importante y ligado a la mortalidad <sup>6, 21</sup>. Analizando la edad de un modo global, nuestros dos grupos no eran significativamente distintos y, desglosándolos por edades, de los 48 enfermos 22 eran lactantes y murieron 12 (54 % NS). El trabajo de Chesney <sup>20</sup> describe 20 lactantes con 13 fallecidos (65 %) y el de Barrat <sup>6, 21</sup> 16 con una supervivencia del 50 % (ocho casos). Concretando más, sólo ocho de los niños eran menores de un mes y cinco de ellos son del primer grupo (NS); en la serie de Chesney murieron cuatro de siete y en la de Barrat tres de seis.

Las modificaciones de la creatinina en sangre tras cirugía cardíaca se han estudiado en otras ocasiones <sup>21, 24, 33</sup>. En la experiencia de Barrat la elevación de la misma fue de un 41 % a las veinticuatro horas de la intervención y cree que el manitol administrado rutinariamente, al acabar la circulación extracorpórea, disminuye estas alteraciones <sup>24</sup>. En

nuestra experiencia, a pesar de haber empleado este procedimiento, el incremento ha sido superior (70 %). Nuestros enfermos han sido tratados profilácticamente con cefazolina, en vez de otros antibióticos más nefrotóxicos que hayan podido contribuir a estos resultados <sup>31</sup>.

## Conclusiones

En nuestra experiencia, la mortalidad del FRA post-cirugía cardíaca infantil no se ha visto influida por la edad, sexo, los valores de urea a su ingreso, la administración de nefrotóxicos, la presencia de infección, la oliguria o la necesidad de diálisis, los valores máximos alcanzados de urea y creatinina o el tipo de cirugía (paliativa o resolutive, extracorpórea o cerrada). Aunque el tiempo de by-pass ha sido mayor en el grupo de mala evolución que en la de los supervivientes, la diferencia no ha alcanzado valores significativos; por el contrario, la mortalidad se ha relacionado con la complejidad de la cardiopatía, el número y naturaleza de las complicaciones, la precocidad de instauración del FRA en relación con el momento de la intervención y el tiempo requerido de clampaje de aorta.

## Bibliografía

- Gallego N, Machín M, López-Verde L, Del Olmo R y Ortuño J: Evolución de la función renal en la cirugía cardíaca «no complicada». *An Esp Pediatr* 22:185, 1985.
- Mathew OP, Jones AS, James E, Blanc H y Grshong T: Neonatal Renal Failure: Usefulness of diagnostic indices. *Pediatr* 65:57-60, 1980.
- Sánchez-Bayle M, Estepa R, López-Verde L, Benito A, Hernández MA, García M y Zancada B: Valores normales de la tensión arterial en niños españoles. *An Esp Pediatr* 20:1-7, 1984.
- Hodson EM, Kjellstrandt CM y Mauer SM: Acute renal failure in infants and children: outcome of 53 patients requiring HD treatment. *J Pediatr* 93:756-761, 1978.
- Counheham R, Cameron JS, Ogg CS, Spurgeon P, Williams DG, Winder E y Chantler C: Presentation, management, complications and outcome of acute renal failure in childhood: five years experience. *Brit Med J* 274:599-602, 1977.
- Barrat TM: Acute renal failure. En *Pediatric Nephrology*. Holliday MA, Barrat TM, Vernier RL (editores). Segunda edición. Baltimore. Williams and Wilkins, 766-772, 1987.
- Siegel NJ: Acute renal failure. En *Contemporary Issues in Nephrology*, 12 Churchill Livingstone Inc. 297-320, 1984.
- Fildes RD, Springate JE y Feld LG: Acute renal failure: I Pathophysiology and Diagnosis. *J Pediatr* 109:401-408, 1986.
- Filde RD, Springate JE y Feld LG: Acute renal failure II Management of suspected and established disease. *J Pediatr* 109:567-571, 1986.
- Haycock GB: Acute renal failure in infancy and childhood. En *Acute renal failure*: Andreucci V (editor). The Hague, Martinus Nijhoff, 351-363, 1985.
- Gordillo-Paniagua G y Velázquez Jones L: Acute renal failure. *Pediatr Clin North Amer* 23:817-827, 1976.
- Arschinger LG, Zeis PM, Hageman JR y Violysegar D: Acu-

- te renal failure in the newborn. *Crit Care Med* 5:36-42, 1977.
13. Norman ME y Asadi FK: A prospective study of acute renal failure in the newborn infant. *Pediatr* 63:475-479, 1979.
  14. Reimold EK, Don TD y Woorthen HG: Renal failure during the first year of life. *Pediatr* 59:987-994, 1977.
  15. Dauber SA, Krauss AN, Symchych PS y Auld PA: Renal failure following perinatal hypoxia. *J Pediatr* 88:851-855, 1976.
  16. Tilney NL y Lazarus M: Acute renal failure in surgical patients (causes, clinical patterns and care). *Surg Clin North Amer* 63:357-377, 1983.
  17. Hinds CJ: Current management of patients after cardiopulmonary by-pass. *Anaesthesia* 37:170-191, 1982.
  18. Gailiunas P, Chewle R, Lazarus JM, Cohn L, Sanders J y Merrill JP: Acute renal failure following cardiac operations. *J Thor Cardiovasc Surg* 79:241-243, 1980.
  19. Hilberman M, Myers BD, Carrie BJ, Derby G, Jamison RL y Stinson EB: Acute renal failure following cardiac surgery. *J Thor Cardiovasc Surg* 77:880-888, 1979.
  20. Chesney RW, Kaplan BS, Freedom RM, Haller JA y Drummond KN: Acute renal failure: an important complication of cardiac surgery in infants, 87:381-388, 1975.
  21. Barrat TM y Ridgen SPA: The kidney following cardiac surgery. En *Pediatric Nephrology*. Developments in Nephrology, vol. 3, Grushkin AB, Norman ME (editores). The Hague Martinus Nijhoff Publishers, 278-285, 1985.
  22. Ridgen SPA, Barrat TM, Dillon MJ, De le Val M y Stark J: Acute renal failure complicating cardio-pulmonary bypass surgery. *Arch Dis Child* 57:425-430, 1982.
  23. John EG, Levinsky S y Hastreiter AR: Management of acute renal failure complicating cardiac surgery in infants and children. *Crit Care Med* 8:562-569, 1980.
  24. Ridgen SPA, Dillon MJ, Kind PRN, De le Val M, Stark J y Barrat TM: The beneficial effect of mannitol on post-operative renal function in children undergoing cardiopulmonary bypass surgery. *Clin Nephrol* 21:148-151, 1984.
  25. Levinsky NC, Bernard DB y Johnston PA: Enhancement of recovery of acute renal failure: effects of manitol and diuretics. En *Contemporary Issues in Nephrology* 6:163-179, 1980.
  26. Anderson RJ, Lines SL y Berns AS: Nonoliguric acute renal failure. *N Eng J Med* 296:1134-1138, 1977.
  27. Outwater KM, Treves S, Lang P, Castañeda AR y Crone RK: Renal and hemodynamic effects of Dopamine in infants following corrective cardiac surgery. *Pediatr Cardiol* 5:264, 1984.
  28. Henderson IS, Beattie TJ y Kennedy AC: Dopamine hydrochloride in oliguric states. *Lancet* 2:827-828, 1980.
  29. Galpher TA: Continuous arteriovenous hemofiltration in acute renal failure. *Am J Kid Dis* 6:373-386, 1985.
  30. Ronco C, Brendolan A, Bargantini L, Chiaramonte S, Periani M, Fabris A, Dell'Aquila R y La Greca G: Treatment of acute renal failure in newborns by continuous arteriovenous hemofiltration. *Kid Int* 29:908-915, 1986.
  31. Schwartz GJ, Haycock GB y Spitzer A: Plasma creatinine and urea concentration in children: Normal values for age and sex. *J Pediatr* 88:828-830, 1976.
  32. Schwartz GJ, Feld LG y Langford DJ: A simple estimate of glomerular filtration rate in full term infants during the first year of life. *J Pediatr* 104:850-854, 1984.
  33. Ridgen SPA, Barrat TM, Dillon MJ, Kind PR, De le Val M y Stark J: Renal function following cardiopulmonary bypass surgery in children: A randomized comparison of the effects of gentamicin and cloxacillin with cephalothin. *Clin Nephrol* 19:228-231, 1983.
  34. Grushkin AB, Oetliker OH y Walfish NM: Effects of angiography on renal function and histology. *J Pediatr* 76:41-45, 1970.
  35. Waldman JD, Kaplan GW, Rummeelfield PB, Gilpin EA y Kirkpatrick SE: The «free» routine postcatheterization urogram: Acost-benefit analysis. *Pediatr Cardiol* 3:19-22, 1982.
  36. Miguélez C, López-Ruiz P, Herrero B y Enríquez de Salamanca F: Diagnóstico precoz de uropatías a través del estudio angiocardiógráfico en niños con cardiopatía congénita. *An Esp Pediatr* 13:307-312, 1980.
  37. De le Val M, Crew AD, Steel AE y Mearns AJ: Hyperuricemia in infants and children, a complication of open heart surgery. *J Pediatr* 94:771-776, 1979.