

11237  
24  
162



**Universidad Nacional Autónoma  
de México**

Facultad de Medicina  
División de Estudios de Postgrado  
Hospital Central Sur de Concentración Nacional  
Pemex

**EVALUACION DE LA FUNCION RENAL EN EL PACIENTE  
CON CARDIOPATIA CONGENITA SOMETIDO A CIRUGIA A  
CORAZON ABIERTO.**

**TESIS DE POSTGRADO**

que para obtener el título en la Especialidad de  
**PEDIATRIA**  
p r e s e n t a

**DRA. SANDRA FLOR PAEZ AGUIRRE**



México, D. F.

**FALLA DE ORIGEN**

1988



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE:

Capítulo:	Pags:
Introducción .....	1
Antecedentes .....	3
Objetivos .....	21
Material y Método .....	22
Resultados .....	25
Discusión .....	29
Conclusiones .....	33
Apéndice .....	-
Bibliografía .....	35

## I N T R O D U C C I O N :

Actualmente en nuestro hospital se llevan a cabo cada día - un número mayor de cirugías a corazón abierto en pacientes pediátricos portadores de cardiopatías congénitas que ameritan corrección quirúrgica.

Dicha cirugía, que brindará a nuestros pacientes en muchos casos la única expectativa de vida, también puede traer complicaciones importantes que repercuten en toda la economía; para evitar estas complicaciones, el manejo de nuestros pacientes debe ser interdisciplinario; desde el ingreso del paciente, tanto el personal médico como paramédico juegan un papel importante en la atención integral del mismo, así como la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos, ya que la mayoría de los pacientes ingresan en condiciones críticas y deben ser estabilizados al mayor grado posible para ser llevados a cirugía o incluso para ser sometidos a métodos diagnósticos tales como cateterismo y ecocardiografía; así mismo, es necesario un cuidado intensivo del paciente cardíaco en el postoperatorio para vigilar estrechamente las alteraciones del ritmo cardíaco y contractilidad miocárdica, las anomalías del equilibrio ácido-base, la hipoxemia y el adecuado mantenimiento del flujo sanguíneo a toda la economía.

Este estudio está motivado y justificado por la frecuencia de las cardiopatías congénitas en nuestra población hospitalaria y que requieren corrección quirúrgica a corazón abierto y que significan un reto para el pediatra; que debe conocer las complicaciones postoperatorias, su detección y manejo adecuado, sobre to

do, y en este caso, evaluar el adecuado funcionamiento renal y - la afectación que pueda verse durante el postoperatorio.

Ya que aunque no es tan frecuente la afectación renal, sí - llega a presentarse en un porcentaje que oscila entre 2 % y 9 %, según diversas series y que a nosotros nos interesa estudiar en nuestra población de pacientes con cardiopatía congénita, para - determinar la relación que pueda haber con los diversos reportes y poder encaminar de manera más adecuada tanto el manejo preope- ratorio como transoperatorio y postoperatorio de nuestros pacien- tes y tratar de correlacionar las posibles causas de dicha afec- tación y poder prevenir el desarrollo de una insuficiencia renal aguda, que puede ser una complicación letal.

## ANTECEDENTES :

Las cardiopatías representan una patología frecuente en la infancia, ocurren en aproximadamente 8 de cada 1000 nacidos vivos ( 1 ) . En México no contamos con estudios significativos en cuanto a la incidencia de cardiopatías congénitas, pero se acepta en general que la cifra se acerca a la ya mencionada para Estados Unidos y Europa ( 2 ) .

Cada día se detecta con más frecuencia y oportunamente la presencia de cardiopatías congénitas; su pronóstico y tratamiento adecuado gracias a los avances tecnológicos con los que se cuenta actualmente hacen que un número mayor de niños sean intervenidos quirúrgicamente en forma más temprana. Aún nos queda por conocer en forma íntegra la causa de producción de ciertas cardiopatías congénitas, pero cada vez es más evidente la relación- causa efecto entre los factores etiológicos y las malformaciones congénitas. Se ha señalado la importancia que tienen la influencia multifactorial, genética y ambiental.

Hay todavía malformaciones complejas. difíciles de diagnosticar y las hay todavía fuera del alcance de la cirugía; pero son las menos numerosas, y virtualmente incompatibles con la vida. Por el contrario el grueso de enfermos cardíacos congénitos se conoce bien y se maneja con eficacia en numerosos centros de diagnóstico y tratamiento ( 3 ) .

La mayoría de las cardiopatías congénitas más comunes son operables, pueden corregirse en forma íntegra y otras en forma paliativa.

Las cardiopatías congénitas son la primera causa de muerte en países desarrollados en niños entre 1 y 12 meses de edad, y la tercera causa de muerte en países subdesarrollados ( 3 ) .

En 1986 en nuestro hospital se hizo un estudio acerca de la incidencia de cardiopatías congénitas, encontrándose 31 pacientes cuyo diagnóstico de cardiopatía congénita se comprobó mediante cateterismo cardíaco, cirugía o estudio postmortem. De los 31 casos estudiados, 51.6 % ( 16 casos ) fueron del sexo masculino y el 48.4 % ( 15 casos ) del sexo femenino. La distribución por edades informa que un 38.7 % ( 12 casos ) fueron menores de 1 año; 32.2 % ( 10 casos ) tenían entre 1 y 4 años; mientras que un 29.1 % ( 9 casos ) tenían entre 5 y 14 años. Un 52% fueron acianógenas y un 48 % cianógenas; el mayor grupo de las acianógenas fue de flujo pulmonar aumentado ( 46.2 % ), el resto de flujo pulmonar normal ( 7 % ). De las cianógenas el 20.8 % fue de flujo pulmonar aumentado y el 26 % de flujo pulmonar disminuido ( 2 ) .

De toda la población estudiada, la frecuencia fue: persistencia de conducto arterioso 22.5 %; tetralogía de Fallot 16.1%; comunicación interauricular 16.1%; comunicación interventricular 9.6 %; drenaje anómalo total de venas pulmonares 9.6 %; transposición de grandes vasos 6.4 %; tronco común 3.2 %; doble cámara de salida del ventrículo derecho 3.2 %; enfermedad de Ebstein, estenosis valvular pulmonar, atresia tricuspídea, fibroelastosis endocárdica, cada una de ellas con 3.2 % del total ( 2 ) .

En el año de 1987 alrededor del 12 % de los ingresos genera

les al servicio de pediatría correspondió a pacientes con cardiopatías congénitas; y cerca del 30 % de los ingresos a la Unidad de Cuidados intensivos Pediátricos fue de niños cardiopatas

Con estos datos vemos que hay un gran número de cardiopatas congénitas que pueden ser operadas.

La cirugía cardíaca se inició en 1938 con Gross, quien operó el primer conducto arterial persistente. Blalock y Taussig en 1941 diseñaron la anastomosis arteriovenosa para dar mayor circulación al pulmón, siendo estos dos eventos los que abrieron el camino a la cirugía cardíaca. En 1952 se diseñó la bomba de circulación extracorpórea de Gibbon, lo que abrió las puertas de la cirugía intracardiaca. Existían ya en ese tiempo las bases de excelentes métodos para el estudio de las cardiopatías congénitas como la angiocardiografía. Poco después surgió el cateterismo intracardiaco y todos sus recursos colaterales. Integrándose así todo un sistema que ha permitido diagnosticar, operar y curar a la gran mayoría de estos enfermos. ( 4 ).

Los niños con cardiopatías congénitas presentan frecuentemente manifestaciones de sufrimiento cardíaco tales como insuficiencia cardíaca, cianosis, y crisis hipóxicas; dolor, palpitaciones y arritmias , y detención del crecimiento.

Los eventos hemodinámicos en la insuficiencia cardíaca son: disminución del gasto cardíaco, aumento de la presión diastólica final ventricular, aumento de la presión venosa, aumento de la frecuencia cardíaca y disminución del filtrado glomerular renal;



estos manifestados clínicamente por disnea, fatiga, galope, taquicardia; plétora venosa, edema, congestión visceral, derrames, oliguria y retención de sodio ( 4 ) .

La decisión respecto a la intervención quirúrgica de los defectos congénitos es una decisión individual con múltiples factores a considerar, incluyendo la complejidad de la lesión primaria, las posibles alteraciones secundarias o asociadas, la edad y tamaño del paciente, además de otros problemas médicos y quirúrgicos ( 5 ) .

Los pacientes pediátricos sometidos a cirugía cardiovascular requieren para su atención, un equipo multidisciplinario, el cual al interactuar en los diferentes momentos de la evolución del paciente podrán proporcionar una atención integral. Evaluar preoperatoriamente las alteraciones que podrían tener efecto sobre la evolución postoperatoria del paciente, prestando especial atención al sistema pulmonar, renal, cerebral y hematológico(6).

Muchas de las muertes en niños con cardiopatías congénitas ocurren dentro de los primeros años de la vida y muchas de estas pueden ser corregidas quirúrgicamente y para esto se debe considerar el manejo previo a la cirugía, para lograr un estado general lo más adecuado posible, en caso de ser factible esto, ya que en ocasiones el prolongar el tiempo para ser sometidos a cirugía solo lleva al paciente a un rápido y mayor deterioro, estando esto en relación directa con una mayor mortalidad ( 7 ) .

La cirugía cardíaca puede ser a corazón abierto o cerrado, en este caso nuestro interés se centra en la cirugía a corazón abierto, ésta se lleva a cabo para reparar y corregir anomalías estructurales que existen dentro de las cámaras del corazón. Pa-

ra llevar a cabo esta cirugía es necesaria un área desangrada -- ( seca ) que se logra mediante bypass cardiopulmonar ( circulación extracorpórea ) ; un corazón quieto y la continuación de la oxigenación y perfusión de los tejidos durante la cirugía ( 8 ).

La circulación extracorpórea es todo sistema en el cual la oxigenación y la circulación total, o parte de ella, se realizan y mantienen con implementos colocados fuera del organismo sin -- circular por las cavidades cardíacas ni por la red vascular pulmonar ( 6 ) . Podría decirse que es una perfusión extracorpórea que hace el trabajo del corazón y de los pulmones para posibilitar ciertas técnicas quirúrgicas dentro del corazón y de los -- grandes vasos. No fue sino hasta la introducción de la circulación extracorpórea que muchas lesiones intracardíacas consideradas inoperables se pudieron curar definitivamente por la cirugía dando al cirujano el tiempo suficiente para corregir tales defectos. Gibbon en 1955 informó sobre el primer uso clínico exitoso de la bomba extracorpórea ( 9 ) .

Combinando el principio de circulación extracorpórea con -- descenso importante de la temperatura en pequeños menores de 10-kg. de peso, o un poco mayor, pero en el que la corrección de la cardiopatía necesita de la manipulación de las aurículas y las -- cánulas endovenosas la dificultan, se opera bajo hipotermia profunda y paro hemodinámico ( 6 ) .

Virtue ha definido la hipotermia como aquel estado de la -- temperatura orgánica que se encuentra por debajo de lo normal en un organismo homeotermo. David M. Little la clasificó así : hipotermia ligera, cuando la temperatura desciende sin rebasar la 20

na entre 37 grados y 32 grados centígrados; moderada, entre 32 y 36 grados centígrados; intensa entre 26 y 20 grados centígrados; y profunda, por debajo de 20 grados centígrados.

En 1952 Cokson, Neptune y Bailey demostraron que por medio de la hipotermia se disminuyen los requerimientos de oxígeno y - que podría producirse un paro circulatorio prolongado al grado - de permitir cirugía directa intracardiaca para la reparación de válvulas y defectos septales. En 1957 Swan y colaboradores informaron sobre la cirugía intracardiaca bajo visión directa, por medio de la hipotermia ( 9 ).

Durante todo este tiempo se han reportado complicaciones -- en los pacientes sometidos a cirugía cardiaca; las más frecuentes halladas son las siguientes :

- Paro cardiaco con reanimación exitosa.
- Hemorragias.
- Complicaciones inherentes a la cirugía.
- Alteraciones metabólicas.
- Anormalidades electrocardiográficas.
- Hematológicas.
- Electrolíticas.
- Renales.
- Infecciosas.
- Hipotermia.
- Neurológicas.

La insuficiencia renal ocurrió en asociación a cirugía cardiaca en 20 de 248 niños ( 8 % ) en este estudio hecho por Ches-

ney. El procedimiento llevado a cabo en estos pacientes fue corrección total a corazón abierto bajo hipotermia profunda y los factores reconocidos como importantes en la patogénesis de la insuficiencia renal fueron : la hipotensión, pobre perfusión tisular e hipoglicemia. Es posible que la insuficiencia renal aguda ocurra más frecuentemente después de la cirugía cardiovascular - que después de otros procedimientos quirúrgicos, porque muchos de los factores que causan insuficiencia renal aguda en animales de experimentación ocurren también durante el bypass cardiopulmonar. La insuficiencia renal aguda fue diagnosticada cuando se elevó agudamente la concentración sérica de creatinina y/o nitrógeno de urea en sangre. Tomando como valores normales respectivamente 0.6 ( 0.4 - 0.6 ) mg/dl; BUN 6 a 20 mg/dl ; y dos o más de los siguientes datos fueron observados :

- 1.- Anuria u oliguria ( menos de 180 ml x m<sup>2</sup> s.c./24 hrs ) - en ausencia de hipovolemia aparente.
- 2.- Concentración urinaria de sodio mayor de 40 mEq/l.
- 3.- Proteinuria y/o sedimento urinario anormal.
- 4.- Evidencia histopatológica de daño renal en los 8 pacientes que fueron sometidos a necropsia ( 10 ) .

El gasto urinario depende de muchos factores: gasto cardíaco, volumen sanguíneo, estado de hidratación y condiciones previas de los riñones. La oliguria es común en los pacientes con cirugía a corazón abierto ( alrededor del 20 % ) quienes pueden tener un bajo gasto cardíaco y un medio ambiente hormonal que es fuertemente antidiurético. Esto se refleja con el aumento del nivel sérico de N de urea por algunos días. Esto es importante para mantener un adecuado gasto urinario ( por lo menos 20 ml x m<sup>2</sup> x hr en adultos y 0.5 ml x kg x hr en niños ) para prevenir daño -

tubular ( 7 ) .

La insuficiencia renal aguda es una alteración clínica en la que el funcionamiento renal, particularmente la filtración glomerular, fracasa hasta el punto que la homeostasis de los líquidos, los electrolitos y los productos finales del metabolismo protéico no se mantiene por más tiempo. La insuficiencia renal aguda siempre se asocia con algún grado de azoemia y casi siempre con oliguria. Se debe observar que la insuficiencia renal aguda se asocia ocasionalmente con una excreción de orina normal y a veces poliuria.

La insuficiencia renal aguda se divide comúnmente en tres categorías : insuficiencia prerrenal, renal y postrenal. Sin embargo estos términos no son fisiológicamente descriptivos y, además, son difíciles de aplicar. Por estas razones, se prefieren los siguientes términos: insuficiencia renal aguda funcional, insuficiencia renal aguda orgánica e insuficiencia renal aguda obstructiva.

Puede sospecharse la insuficiencia renal aguda funcional en un paciente que padece uno de los procesos con los que se ha visto asociada y presenta un cociente entre la urea urinaria y la plasmática superior a 20, osmolalidad urinaria elevada ( superior a 320 mosml/l ), sodio urinario bajo ( inferior a 30 mEq/l ) y un cociente bajo entre sodio y potasio urinarios ( Na/K menor a 1 ) . Estas características se recuerdan más fácilmente si se tiene en cuenta que , en la insuficiencia renal aguda funcional los túbulos renales están funcionando fisiológicamente y reteniendo sodio y agua ávidamente intentando corregir la hipovole-

mia y la hipotensión.

La insuficiencia renal orgánica puede deberse a un gran número de diferentes procesos, y no está involucrado ningún mecanismo único en su patogenia. Se sugiere la insuficiencia renal orgánica cuando se presenta oliguria en un paciente que no está previamente deshidratado o en hipotensión y muestra un cociente U/P urea inferior a 10, osmolalidad urinaria inferior a 310 mosml/l, un sodio urinario superior a 30 mEq/l y un cociente sodio/potasio superior a 1.

La insuficiencia cardíaca se asocia algunas veces con algún grado de azoemia, aunque son raros los grados marcados de insuficiencia renal. La hipotensión y el shock se asocian con frecuencia con una oliguria rápidamente reversible mediante la restauración de una tensión arterial normal. No obstante el shock prolongado puede producir lesión tubular renal y un estado de insuficiencia renal aguda orgánica.

En algunas instituciones, no obstante, la necrosis tubular y cortical agudas se observan con bastante frecuencia como complicaciones de la cirugía cardíaca ( 11 ).

#### Alteraciones fisiopatológicas en la insuficiencia renal:

Acotamiento primario	Efecto	Consecuencia
1.- Retención de agua	Hiponatremia	Edema cerebral, convulsiones.
2.- Retención de sodio	Expansión del líquido extracelular.	Hipertensión, edema pulmonar.

Acontecimiento primario	Efecto	Consecuencia.
3.- Retención de potasio	Hipercalemia	Arritmias, paro cardíaco.
4.- Retención de H <sup>+</sup>	Acidosis	Agravamiento de la hipercalemia.
5.- Retención de fosfatos	Hipocalcemia	Tetania, convulsiones
6.- Depresión de la médula ósea, hemorragia.	Anemia	
7.- Retención de urea y de las toxinas urémicas.	Uremia	Hemorragia, confusión-coma, convulsiones.

El pediatra debe diferenciar entre la insuficiencia renal aguda funcional ( prerrenal ), de la orgánica. La capacidad de diferenciar estas dos alteraciones tiene consecuencias terapéuticas obvias e importantes. Para realizar esto contamos con las siguientes determinaciones que nos ayudan a diferenciar entre la insuficiencia renal aguda funcional y la orgánica:

DETERMINACIÓN	Funcional	Orgánica
1.- Concentración urinaria.	Elevada	Isotónica
2.- Osmolalidad urinaria.	320 mosml/l	310 mosml/l
3.- Sodio urinario	30 mEq/l ( en general 10 )	30 - 90 mEq/l ( en general 40-60)
4.- Na/K en orina	1	1
5.- Nitrógeno urélico U/P	20	10 ( en general 2-5)
6.- Creatinina U/P	20	15 ( en general 3-8)

Se debe observar, no obstante, que los síntomas de la insuficiencia renal aguda funcional se encuentran a menudo también - durante los estadios precoces de la insuficiencia renal aguda or gánica.

El pronóstico de la insuficiencia renal aguda en los niños - es extremadamente variable y depende en gran medida de la causa - de la insuficiencia renal. La insuficiencia renal aguda funcio - nal es casi siempre completamente reversible, siempre que pueda - corregirse la causa subyacente hemodinámica. En la insuficiencia orgánica; el pronóstico depende de la causa subyacente. El pro - nóstico de la necrosis cortical aguda es generalmente malo. La - recuperación de la necrosis tubular aguda se produce de ordina - rio al cabo de algunos días, en la mayoría de los niños ( 11 ) .

La insuficiencia renal es entonces la pérdida súbita de la - capacidad del riñón para mantener la composición corporal, las - manifestaciones más frecuentes son la retención de productos azo - ados, trastornos hidroelectrolíticos, del equilibrio ácido-base y alteración del volumen urinario. Las características de rever - sibilidad de la insuficiencia renal aguda hace de capital impor - tancia su diagnóstico precoz, manejo adecuado y el conocimiento - de los factores predisponentes o desencadenantes. Los estados he - modinámicos postcirugía de corazón se encuentran entre las cau - sas de una insuficiencia renal aguda prerrenal, ya sea por hipo - volemia y/o por hipoxemia ( 12 ) .

Pese a las múltiples investigaciones que se han efectuado - para dilucidar la fisiopatología de la insuficiencia renal aguda hasta el momento no existe una teoría unitaria.



La mayor controversia existe sobre el mecanismo que origina la insuficiencia renal aguda secundaria a hemorragia, sepsis, - choque, cirugía abierta de corazón, asfixia neonatal, etc. ( 12 ) .

Abel en un artículo publicado en 1976 dice que una franca - insuficiencia renal aguda no ocurre frecuentemente con las moder nas técnicas de perfusión; 7 % de su serie de 246 pacientes. Esto es afortunado porque tiene una alta mortalidad cuando ocurre - junto con síndrome de bajo gasto y falla orgánica múltiple. Los - factores predisponentes encontrados fueron la edad avanzada, fun - ción anormal renal preoperatoria, bypass cardiopulmonar prolonga - do, pinzamiento aórtico prolongado y cirugía prolongada.

Una baja osmolaridad urinaria, un alto nivel de sodio urina - rio y la falta de respuesta a diurético durante el período de o - liguria ayudan a establecer el diagnóstico de insuficiencia re - nal aguda en las primeras horas de postoperatorio antes que el - BUN y la creatinina empiecen a elevarse ( 13 ) .

En 1972 Yeboah en un estudio retrospectivo de 428 pacientes sometidos a cirugía a corazón abierto mostró una incidencia de - insuficiencia renal leve y severa en un 26 % , y 4.7 % de sus -- casos respectivamente. El rango de mortalidad fue de 38 % en los casos leves y 70 % en los casos severos. Solo algunos de los pa - cientes que murieron por falla renal mostraron lesión renal ma - croscópica o microscópica en la necropsia. Los pacientes que de - sarrollaron daño renal tuvieron elevación significativa preopera - toria de urea sanguínea ( 40 mg/100 ml ), en relación con los -- que no tuvieron daño renal ( 33 mg/100 ml ). La incidencia de da - ño renal fue relacionada con una duración de perfusión mayor de - 120 minutos, una presión media de perfusión menor de 80 mm Hg -

alrededor de 30 minutos y con múltiple reemplazo valvular. No hubo relación estadística entre la edad de los pacientes, el grado de afección y los valores postoperatorios de urea sanguínea (14).

Otros autores también han reportado desarrollo de insuficiencia renal en 2 % de los pacientes sometidos a cirugía cardíaca, que llegaron incluso a requerir hemodiálisis ( 15, 16, 17, - 18, 19, 20 ) .

La presentación de insuficiencia renal aguda seguida a algún procedimiento quirúrgico tiene un mal pronóstico, no solo por la menor función renal, sino también por otras complicaciones cardíacas o pulmonares ( 21 ) .

La insuficiencia renal aguda después de la cirugía cardíaca aunque no es un fenómeno muy frecuente, es una complicación altamente letal ( 22 ) .

Uno de los primeros estudios que examinaron en detalle la insuficiencia renal aguda como una complicación importante de la cirugía cardíaca en niños, fue el hecho por Russel, en que muestra que la insuficiencia renal aguda es una complicación importante en la infancia. Diecinueve de 183 niños operados desarrollaron insuficiencia renal aguda ( 9 % ), con edades de 2 días a 12 meses. Preoperatoriamente cuatro tenían oliguria, postoperatoriamente 13 tuvieron anuria durante 1 - 13 días y 5 oliguria -- 1 - 5 días, uno tuvo falla renal poliúrica. Todos tuvieron elevación de BUN y creatinina sérica. El potasio sérico fue mayor de 6.7 mEq/l en 17, el calcio menor de 7.5 mgs % en 10, la glucosa sanguínea menor de 30 mgs % en 9, y 9 tuvieron acidosis metabóli

ca. Las causas relacionadas con la insuficiencia renal aguda fueron hipotensión, hemólisis, anoxia renal; combinaciones que en diferentes grados o combinaciones pueden producir necrosis tubular aguda ( 24 ).

Existen diversos métodos de laboratorio para medir la función renal y que son útiles para el diagnóstico de insuficiencia renal aguda; hasta el momento ninguna es una garantía absoluta. La evaluación racional de los datos clínicos y de laboratorio, permitirán un diagnóstico preciso y la elaboración de un tratamiento inmediato ( 12 ) .

En 1974 Velázquez Jones estudió 58 niños en el Hospital Infantil de México con la sospecha clínica de insuficiencia renal aguda. Como resultado de la aplicación de los índices de diagnóstico, relaciones urinaria/plasmática de urea y osmolaridad y prueba de manitol, se clasificó a los pacientes en dos grupos :- insuficiencia renal aguda ( 46 casos ) y oliguria funcional ( 12 casos ). Se concluye que el diagnóstico debe basarse en la respuesta negativa a la prueba de manitol y en el hallazgo de relaciones orina/plasma de urea por debajo de 4.8 y de osmolaridad por debajo de 1.3 . Aunque no existe correlación estrecha entre la magnitud de las causas predisponentes con la aparición de la insuficiencia renal aguda, esta posibilidad debe ser vigilada en todas las situaciones en que pueda haber disminución de la perfusión renal ( 25 ) .

En 1983 Sarasqueta, en un estudio de 28 neonatos en el Hospital Infantil de México, muestra que ciertos índices de función renal son de utilidad para establecer el diagnóstico diferencial entre oliguria funcional e insuficiencia renal aguda. La frac---

ción excretada de sodio por creatinina y el índice de falla renal constituyeron los mejores indicadores. La observación de un índice de falla renal mayor de 2.5 o FeNa por creatinina superior a 1.75, permitió diagnosticar insuficiencia renal aguda (26)

En otro estudio hecho en el servicio de urgencias del Hospital Infantil de México en 38 niños con sospecha de insuficiencia renal, se encontró que los casos con U/P de osmolaridad inferior a 1.3 y con U/P para urea igual o inferior a 4.8, evolucionaron como insuficiencia renal aguda. Los casos con U/P superior o igual a 1.3 para osmolaridad y superior a 4.8 para urea, se comportaron como oliguria funcional. En siete de ocho pacientes con relaciones U/P de insuficiencia renal se encontraron francas alteraciones histopatológicas renales. Otro caso tuvo ríñon normal lo que demuestra que hay casos de insuficiencia renal aguda que no tienen substratum anatómico. Se concluye que estas relaciones U/P constituyen índices confiables para establecer el diagnóstico temprano de insuficiencia renal aguda ( 27 ) .

El Dr. Mota en un estudio retrospectivo publicado en 1983 - estudia 77 niños cuyo diagnóstico de egreso fue de insuficiencia renal aguda y en quienes solo 47 de ellos reunían los criterios-clínicos de insuficiencia renal aguda. Los exámenes de laboratorio efectuados a las 30<sup>±</sup> 23 hrs de evolución de oligoanuria, - mostraron en todos los casos la elevación de la concentración sanguínea de urea por encima de 84 mg/dl; en 13 de ellos estaba por arriba de 200 mg/l. En los 47 casos la creatinina sérica era mayor de 1.7 mg/dl; en 33 era mayor de 3 mg/dl. En todos los casos había acidosis metabólica con cifras de CO<sub>2</sub> totales menores o iguales a 10 mmol/l; en siete de ellos estaba por debajo de 4 mmol/l. El potasio se encontró igual o mayor a 6 mmol/l en ~~23~~

40 casos; en 8 de ellos era mayor o igual a 8 mmol/l. El sodio - se encontró debajo de 130 mmol/l en 23 casos y por encima de 150 mmol/l en 4 . De 19 casos en que se obtuvo orina, se encontró - densidad urinaria inferior a 1,010 en 12 y Ph urinario mayor o - igual a 6 en 12 casos. Se obtuvieron también relaciones uroplas- máticas de urea y osmolaridad por debajo de 4.8 y 1.3 respectiva- mente, como pruebas diagnósticas de insuficiencia renal aguda. - Además recientemente se esta usando otro índice de función renal como es la FeNa, que en niños mayores y adultos normales se en- cuentra por debajo de 1. En recién nacidos con insuficiencia renal aguda se encuentra por arriba de 1 ( 28 ) .

En un estudio hecho en el servicio de Nefrología del Hospi- tal Infantil de México y publicado en 1984, se concluye que la - FeNa es el índice más efectivo, no invasivo y rápido para el -- diagnóstico diferencial entre insuficiencia renal aguda y oligu- ria funcional. Un valor inferior al 1 % corresponde a pacientes- con oliguria funcional, y valores superiores al 3% , están íntima- mente relacionados con el grupo de insuficiencia renal aguda; la- fidelidad de la prueba permite establecer el diagnóstico de cer- teza prácticamente en el 100 % de los casos ( 29 ) .

También Espinel, en 1976, demostró que la FeNa es una senc\_i- lla prueba que diferencia claramente entre la oliguria funcional e insuficiencia renal aguda y es de considerable valor clínico, - encontrando también los mismos valores de 1 % y 3 % respectiva- mente ( 30 ) .

Ya desde 1967 se estudiaban las pruebas diagnósticas dife- renciales entre la insuficiencia renal aguda y oliguria funcio- nal; se diagnóstico insuficiencia renal funcional si el N de  $\text{N}$

urea en plasma ( BUN ) o la creatinina sérica se estabilizaban - dentro de las primeras 72 horas, y cuando la falla renal persistió mayor tiempo, los pacientes se clasificaron como con necrosis tubular aguda. Diez pacientes tuvieron necrosis tubular aguda y cinco sobrevivieron. Trece pacientes tuvieron oliguria funcional y once sobrevivieron. El valor medio de sodio urinario en los pacientes con necrosis tubular aguda fue de  $51.4 \text{ mEq/l} \pm 4.8$  . La media de U/p de creatinina fue de  $11.2 \pm 1.2$  . En pacientes con oliguria funcional el sodio urinario fue de  $14 \text{ mEq/l} \pm 4.2$  y el U/P de creatinina de  $42.4 \pm 11.5$  ( 31 ) .

A pesar de que la FeNa se ha reportado como un índice importante para el diagnóstico de la insuficiencia renal aguda y la oliguria funcional, Pacifico publica en 1970 la presencia de una excreción urinaria de sodio baja en pacientes después de cirugía cardíaca, sin encontrarse relación entre la excreción urinaria de sodio y gasto cardíaco, depuración de creatinina o presiones intracardiácas. La excreción anormalmente baja de sodio excretado en el postoperatorio temprano es un dato de mal pronóstico . Sin embargo, los pacientes que en el preoperatorio tuvieron un sodio urinario bajo, recuperaron su excreción normal después de la reparación cardíaca de los defectos ( 32 ) . Otro artículo muestra una FeNa baja relacionada con insuficiencia renal aguda - oligúrica y estados de avides de sodio, tales como insuficiencia cardíaca, síndrome nefrótico, quemados y pacientes con disfunción hepática. La FeNa fue frecuentemente menor o igual a 1 % ( 33 ) .

Sin embargo un estudio más reciente, 1986, de García González del Hospital General del Centro Médico Nacional La Raza, demostró en un estudio de 53 lactantes que la FeNa sí es un índice

confiable para el diagnóstico de insuficiencia renal aguda, pero que existe otro examen que tiene mayor sensibilidad, con un índice de confiabilidad de 95 a 99 % , y que es la determinación de la beta 2 microglobulina ( 34 ) .

Tomando en cuenta estos antecedentes y resultados de otros autores nosotros evaluaremos la función renal del paciente pediátrico sometido a cirugía a corazón abierto y la posible presencia de insuficiencia renal aguda.

OBJETIVOS:

- 1.- Evaluar la función renal de los pacientes sometidos a -  
circulación extracorpórea, antes, durante y después de-  
la cirugía cardíaca.
- 2.- Determinar si alguno de los pacientes sometidos a ciru-  
gía cardíaca desarrolla insuficiencia renal aguda y re-  
lacionar los posibles factores desencadenantes.
- 3.- Evaluar evolución, tiempo de recuperación y correlación  
de la insuficiencia renal aguda con el tiempo de utili-  
zación de bomba.
- 4.- Determinar los índices diagnósticos de función renal -  
que son de mayor utilidad y confiabilidad para determi-  
nar insuficiencia renal aguda y oliguria funcional.



## H I P O T E S I S :

Los pacientes con cardiopatía congénita sometidos a cirugía cardíaca con bomba de circulación extracorpórea pueden desarrollar insuficiencia renal aguda, cuyo cuadro debe diferenciarse tempranamente de la oliguria funcional.

### Clasificación del estudio:

- Prospectivo.
- Transversal.
- Observacional.
- Analítico.

RESUMEN: Tomando en cuenta los reportes de la literatura mundial alrededor de un 2 a 9 % e incluso hasta un 26 % de los pacientes sometidos a bomba de circulación extracorpórea, pueden desarrollar insuficiencia renal aguda, ante estos datos nosotros encaminaremos nuestro estudio a determinar si alguno de nuestros pacientes presenta ésta complicación en el postoperatorio, y que índices de función renal nos son de mayor utilidad para su diagnóstico; en especial se insistirá en la determinación de la FeNa que se ha reportado como una prueba sencilla de realizar, además de ser de importante valor clínico para determinar entre insuficiencia renal aguda y oliguria funcional.

-FORMA EN QUE SE REALIZO EL ESTUDIO-

EPOCA :

Se incluyeron en el estudio todos los pacientes -- sometidos a cirugía a corazón abierto en el período comprendido de mayo de 1987 a enero de 1988.

POBLACION :

Todos los pacientes del servicio de Pediatría del Hospital Central Sur de Concentración Nacional de PEMEX, con indicación quirúrgica de corrección a corazón abierto con bomba de circulación extracorpórea, independientemente de la edad y sexo ( recién nacidos a 14 años ) en quienes se haya demostrado durante el cateterismo cardíaco ríñones de forma y volumen normales, con buena captación y eliminación del medio de contraste.

Se incluyeron los niños con y sin tratamiento diurético -- previo.

Se excluyeron del estudio aquellos con daño renal previo.

METODO :

Variables : Se hicieron determinaciones antes, durante y -- después de la cirugía, de los siguientes parámetros :

Electrolitos séricos y urinarios.

Osmolaridad sérica y urinaria.

Química sanguínea.

Depuración de creatinina.

FeNa.

Gasometrías.

Densidad urinaria.

Diuresis horaria.

U/P de creatinina.

U/P de osmolaridad.

Indice de falla renal.

Las determinaciones postoperatorias de los anteriores parámetros se realizaron a las 8, 24 y 72 horas del postoperatorio.

El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de  $\chi^2$ .

## RESULTADOS :

Ingresaron al estudio 10 pacientes con cardiopatía congénita que fueron sometidos a corrección total de su cardiopatía a corazón abierto.

Las edades de los pacientes estuvieron comprendidas entre 6 meses y 9 años, con un promedio de 31.9 meses. Gráfica 1.

El 50 % de los pacientes pertenecían al sexo femenino y el otro 50 % al sexo masculino. Gráfica 2 .

Los diagnósticos hechos por cateterismo cardíaco se corroboraron durante la cirugía y fueron los siguientes : 4 pacientes - con comunicación interventricular ; 1 con drenaje anómalo total de venas pulmonares más comunicación interauricular ; 1 con comunicación interventricular más hipertensión arterial pulmonar ; 1 con comunicación interventricular más estenosis pulmonar ; 1 - con doble cámara de salida del ventrículo derecho más estenosis valvular e infundibular ; 1 con comunicación interventricular - más comunicación interauricular y 1 con comunicación interauricular sola. Gráfica 3 .

Todos los pacientes tenían riñones de forma y volumen normales, dato que se obtuvo visualizando la eliminación del medio de contraste y la ausencia de malformaciones durante el cateterismo por fluoroscopia.

Tres pacientes recibían tratamiento antes de la cirugía con digoxina ; cuatro con digoxina y furosemide, y los otros tres no recibían tratamiento.

A todos los pacientes se les realizó antes de la cirugía -- pruebas de función renal ; todos los resultados se encontraron -- dentro de límites normales , a excepción del sodio urinario que se encontró elevado en seis pacientes , cuatro de los cuales recibían tratamiento previo con diurético, este dato no se relacionó posteriormente con el desarrollo de insuficiencia renal.

Los valores preoperatorios promedio encontrados de cada índice de función renal fueron :

Urea sérica	.....	31.47 mg/dl.
Creatinina sérica	.....	0.63 mg/dl.
Creatinina urinaria	.....	48.3 mg/dl.
Sodio sérico	.....	141.5 mEq/l.
Sodio urinario	.....	87.7 mEq/l.
Depuración de creatinina	.....	87.79 ml/min/m2s.c.
F <sub>e</sub> Na	.....	0.86 %
Osmolaridad sérica	.....	286.7 mosm/l.
Osmolaridad urinaria	.....	485 mosm/l.
U/P de creatinina	.....	63.8 %
U/P de osmolaridad	.....	1.7 %
Índice de Falla renal	.....	1.3 %

El tiempo total de perfusión promedio fue de 71.7 minutos -- Gráfica 4 . No se vio relación directa de este factor con el paciente que desarrolló insuficiencia renal ( paciente # 7 ).

La presión media de perfusión se encontró en promedio de 82 mm Hg.

Todos los pacientes recibieron anestesia general con fentanyl ; el tiempo anestésico promedio fue de 4 horas 7 minutos.

De los die, pacientes estudiados , uno presentó datos de -  
insuficiencia renal desde el transoperatorio.

Durante el transoperatorio se vió una disminución significa-  
tiva de más del 50% del volumen urinario normal en seis pacien-  
tes incluyendo el que desarrolló insuficiencia renal aguda; los  
otros cuatro mantuvieron volúmenes adecuados. La urea sérica se  
elevó significativamente en 2 pacientes, regresando a límites --  
normales a las 24 horas del postoperatorio en un paciente y en -  
el otro incrementándose el nivel sérico aún más ( paciente # 7 )  
Gráfica # 5 . La creatinina sérica durante el transoperatorio no  
mostró alteración. Gráfica # 6. Se vió una disminución del sodio  
sérico en 7 pacientes con normalización en el postoperatorio. --  
Gráfica # 7. El sodio urinario aumento en cinco pacientes a más-  
de 40 mEq/l, incluyendo el paciente que desarrolló insuficiencia  
renal, este incremento del sodio urinario no estuvo relacionado-  
con los pacientes que tuvieron tratamiento previo con diurético.  
Gráfica # 8. La depuración de creatinina también disminuyó en --  
forma importante en cuatro pacientes, regresando posteriormente  
a la normalidad en tres pacientes, y el otro paciente ( # 7 ) -  
disminuyó aún más. Gráfica # 9. Dos pacientes tuvieron disminu-  
ción de la depuración de creatinina en forma moderada y cuatro -  
permanecieron con depuraciones normales. La FeNa no mostró duran-  
te el transoperatorio cambios significativos que orientaran a in-  
suficiencia renal. Gráfica # 10 . Tanto los índices de Falla Ren-  
nal como la U/P de creatinina y U/P de osmolaridad se mantuvie--  
ron dentro de límites normales durante el transoperatorio. Gráfi-  
cas # 11, 12, 13.

A las 8 horas de postoperatorio no hubo cambios significati-  
vos en las pruebas de función renal que orientaran a insuficien-

cia renal en nueve pacientes. Sin embargo el paciente número 7 - se vió con incremento significativo en los niveles de urea y -- creatinina ; disminución aún mayor de la depuración de creatinina ; aumento de la FeNa a 2.7 ; disminución del volumen urinario ( oliguria - anuria ) ; la U/P de creatinina y la U/P de osmolaridad disminuyeron a 7.1 y 0.95 respectivamente. El Índice de F<sub>u</sub>lla renal aumentó hasta 4.7 ; todo esto apoyando el diagnóstico de insuficiencia renal aguda.

A las 72 horas del postoperatorio no hubo datos significativos en los índices de función renal que orientaran hacia insuficiencia renal en nueve pacientes . Al paciente número 7 ya no pudieron realizársele más determinaciones debido a su defunción - con datos de bajo gasto cardíaco , insuficiencia renal aguda y - bloqueo A / V completo.

Durante el estudio postmortem del paciente se demostró necrosis tubular aguda.

## DISCUSION :

A pesar de que el número de pacientes incluidos en el estudio no fue grande , se pudieron observar datos interesantes que permitieron llegar a conclusiones que se acercan en general a lo reportado en la literatura ( 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 ) acerca de la incidencia de insuficiencia renal en el paciente sometido a cirugía a corazón abierto.

Se vió que el 10 % de nuestros pacientes desarrolló insuficiencia renal aguda , cifra semejante a lo hallado por Hasney en 1975 que reporta un 8 % , contra otros autores que reportan desde un 2 % hasta un 20 % de pacientes que desarrollan insuficiencia renal aguda después de cirugía a corazón abierto. No fue posible determinar debido al pequeño número de pacientes cual fue la causa que determinó la presentación de insuficiencia renal aguda en nuestro paciente , ya que lo reportado en la literatura en general coincide con un tiempo total de perfusión mayor de 120 minutos, una presión media de perfusión menor de 80 mmHg alrededor de 30 minutos ( 14 ), ya que en nuestro paciente no se reunieron estos factores; pero si se vió la asociación de la insuficiencia renal aguda con síndrome de bajo gasto y falla orgánica múltiple, factores que al coexistir hacen de más mal pronóstico la falla renal como se ha visto en la literatura ( 13 ). En el estudio histopatológico se encontró necrosis tubular aguda, dato que se reporta con bastante frecuencia como complicación de la cirugía cardíaca en algunas instituciones ( 11 ).

No se vió relación del desarrollo de insuficiencia renal aguda con las condiciones preoperatorias del paciente, ya que to



dos sus índices de función renal eran normales, no se administraban medicamentos y tenían una adecuada función renal; esto permite sustentar que hubo durante el transoperatorio factores que condicionaron daño renal y que otros eventos sucedieron en el postoperatorio que perpetuaron dicho daño, esto apoyado por los datos anormales encontrados desde el transoperatorio, tales como la disminución importante del volumen urinario; disminución de la depuración de creatinina, aumento del sodio urinario y posteriormente aunado a estos datos, durante el postoperatorio se vio un incremento de la FeNa, del índice de Falla Renal y aumento de la urea y creatinina séricas que permitieron hacer el diagnóstico de insuficiencia renal aguda y diferenciarla de la oliguria funcional.

La presencia de insuficiencia renal en nuestro paciente se explica por una probable disminución del flujo renal durante el transoperatorio que se perpetuó en el postoperatorio por complicaciones inherentes a la propia cirugía como fue el hecho de haberse presentado bloqueo auriculo-ventricular completo con el consiguiente síndrome de bajo gasto a pesar del uso de marcapaso y vasopresores, con una casi constante hipotensión arterial que prolongó aún más el daño renal y que llevó al paciente a la muerte cursando al final del evento con una hiperkalemia que llegó a ser de 8 mEq/l.

Durante el postoperatorio los exámenes que nos permitieron diferenciar entre oliguria funcional e insuficiencia renal aguda fueron la FeNa, el índice de Falla Renal, que en general coinciden con los reportes de la literatura para el diagnóstico dife-

rencial de estas dos entidades ( 25, 26, 27, 28, 29, 30,31, 32,-  
33, 34 ).

Con este estudio pretendemos demostrar que la insuficiencia renal aguda aún cuando no es una complicación frecuente, al presentarse y sobre todo aunada a otros problemas tales como el síndrome de bajo gasto y falla orgánica múltiple tienen un mal pronóstico y alta mortalidad.

Además de que es importante diferenciar la insuficiencia renal aguda de la oliguria funcional, ya que como se vió en nuestro estudio hubo 6 pacientes que presentaron datos de oliguria funcional durante el transoperatorio pero que se corrigieron durante las primeras 8 - 72 horas del postoperatorio; los datos en contrados que orientaron a oliguria funcional fueron la disminución de los volúmenes urinarios en estos 6 pacientes durante el transoperatorio, que corrigieron a volúmenes adecuados durante el postoperatorio con el manejo adecuado de líquidos; la urea y creatinina se incrementaron en algunos de estos pacientes pero no significativamente regresando a valores normales posteriormente, lo cual apoya oliguria funcional, ya que en caso de continuarse elevando como en el caso del paciente número 7 orientarían hacia insuficiencia renal.

La depuración de creatinina también se vió disminuida en seis pacientes durante el transoperatorio lo cual coincidió con los mismos seis pacientes que tuvieron disminución del volumen urinario, pero que posteriormente corrigieron a cifras normales durante el transoperatorio sin presentar daño renal orgánico. Así mismo tres de estos pacientes tuvieron disminución del Na urinario a menos de 10 mEq/l lo que apoya datos de oliguria funcional.

Ante estos datos es importante tener en cuenta también que no solo la insuficiencia renal aguda se presenta en este tipo de pacientes, sino también la oliguria funcional, por lo cual debemos diferenciar ambas entidades ya que del diagnóstico adecuado dependerá el manejo oportuno para cada una de ellas; para esto — debemos vigilar estrechamente la evolución de estos pacientes desde el punto de vista renal desde el transoperatorio e incluso desde el preoperatorio para poder sospechar aquellos que sean — más susceptibles de presentar daño renal de acuerdo a las alteraciones que se encuentren en sus pruebas de función renal sumando los factores que pueden desencadenar la insuficiencia renal aguda, y que se han visto asociados según los reportes de la literatura tales como son la presión de perfusión; el tiempo total de perfusión ; y otros que hacen de mal pronóstico a la insuficiencia renal si se asocian con ella tales como el bajo gasto cardíaco y la falla orgánica múltiple.

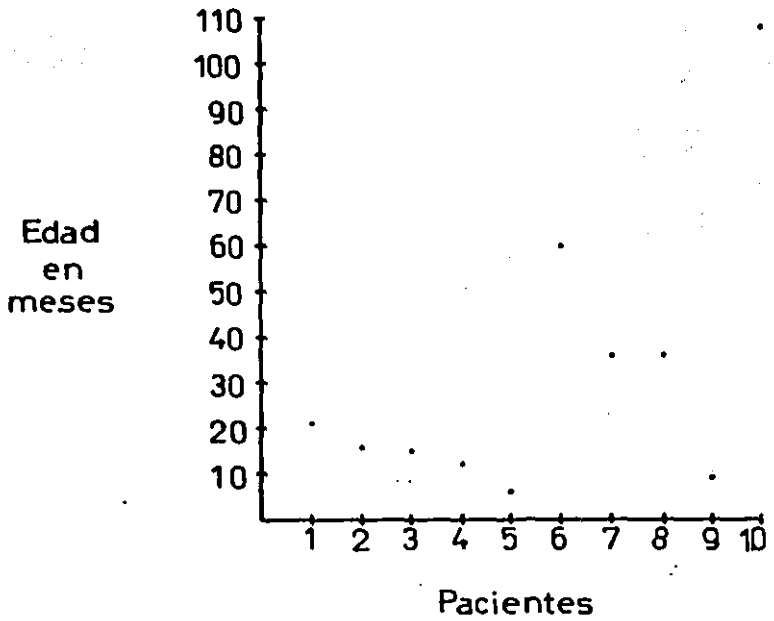
## CONCLUSIONES :

- 1.- Del grupo de pacientes estudiados, uno presentó insuficiencia renal aguda, esto representa el 10 % de los pacientes y que en general se acerca a lo reportado en la literatura.
- 2.- Todos los pacientes tenían función renal normal antes de la cirugía.
- 3.- No se encontró relación entre edad, sexo, tiempo total de perfusión, tiempo anestésico ni tipo de anestésico con la presentación de insuficiencia renal aguda.
- 4.- El paciente que desarrolló insuficiencia renal aguda era portador de una doble cámara de salida del ventrículo derecho más estenosis valvular e infundibular pulmonar y presentó desde el transoperatorio datos que orientaron a afección renal, evolucionando durante el postoperatorio a franca insuficiencia renal.
- 5.- Se demostró mediante el estudio histopatológico postmortem la presencia de necrosis tubular aguda.
- 6.- Los índices de función renal que permitieron diferenciar entre insuficiencia renal aguda y oliguria funcional fueron : la FeNa y el Índice de Flujo renal.

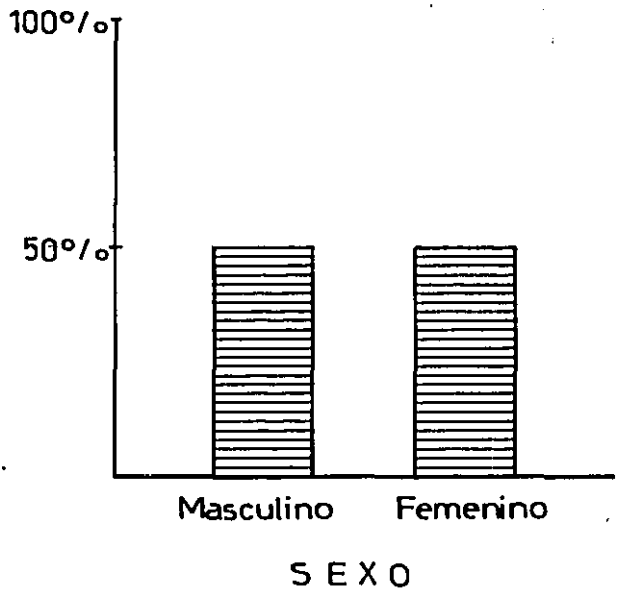
- 7.- Seis pacientes presentaron datos de oliguria funcional desde el transoperatorio , pero evolucionaron adecuadamente durante el postoperatorio sin presentar datos de daño renal orgánico.
- 8.- La insuficiencia renal aguda aunada al síndrome de bajo gasto cardíaco y falla orgánica múltiple incrementan la mortalidad.
- 9.- No se pudo observar el tiempo de recuperación que puede existir en los pacientes que desarrollan insuficiencia renal.

A P E N D I C E :

GRAFICA 1

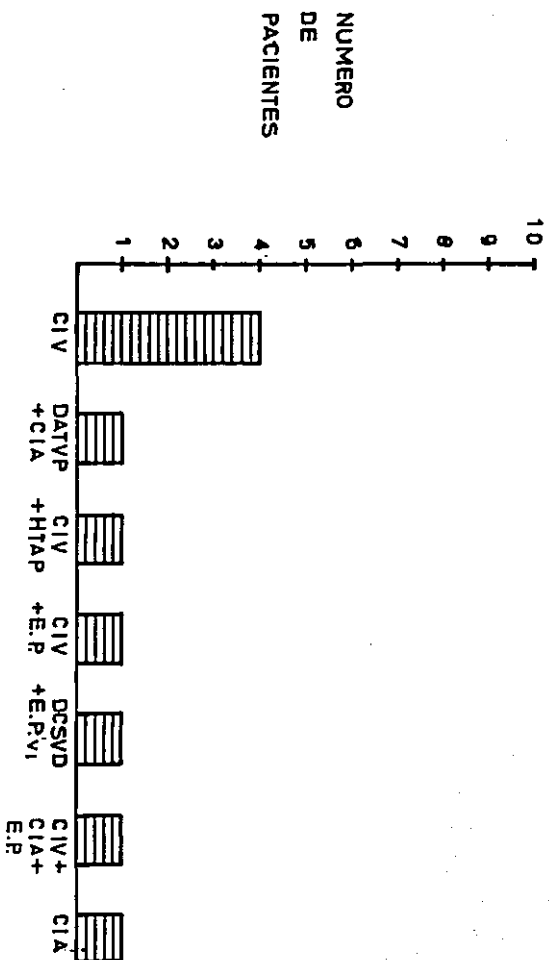


GRAFICA 2



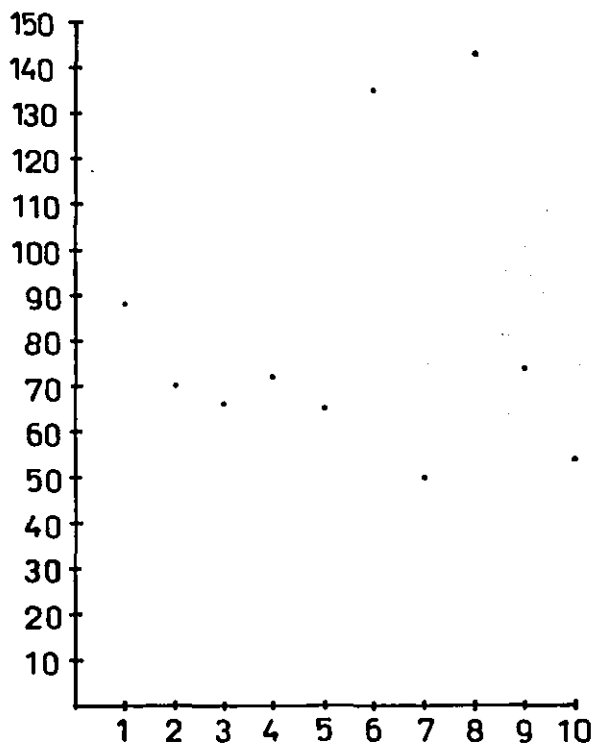


GRAFICA 3



## GRAFICA 4

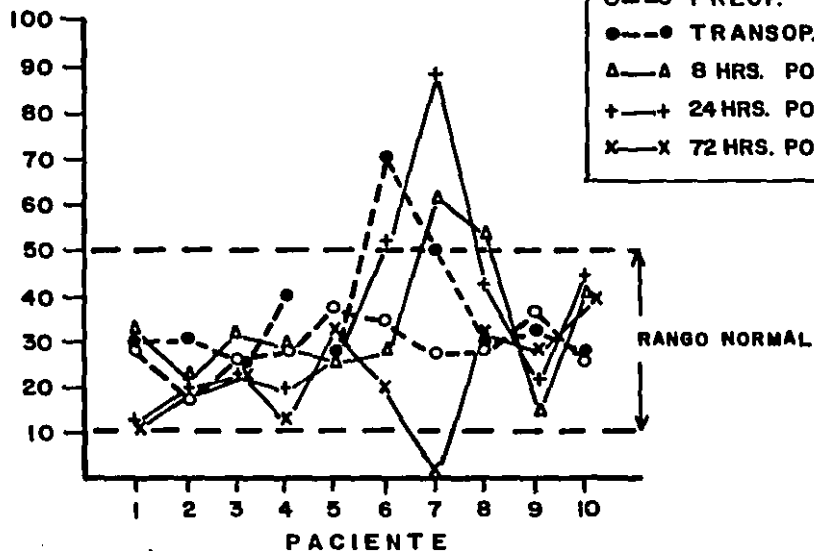
Tiempo total de perfusión  
(en minutos)



GRAFICA 5

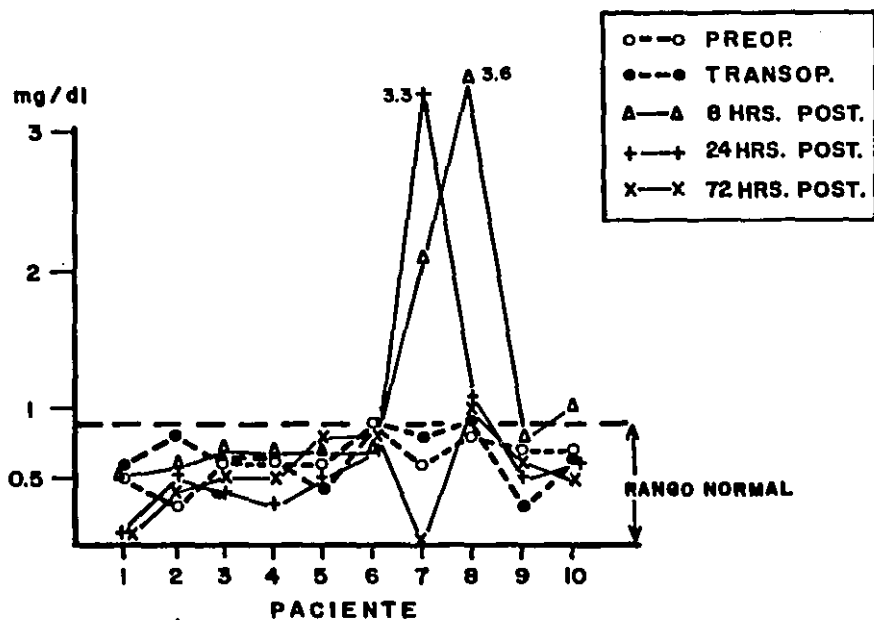
# UREA SERICA

mg / dl



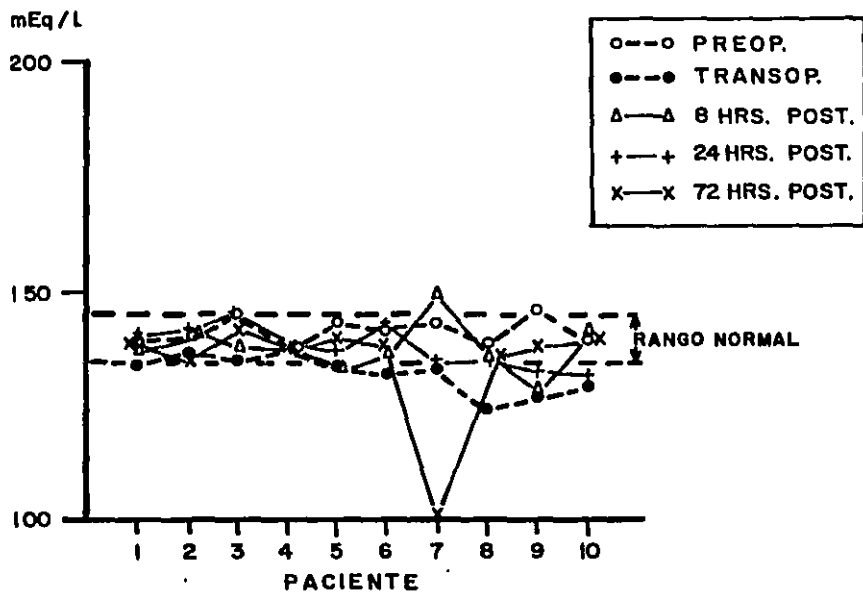
GRAFICA 6

# CREATININA SERICA



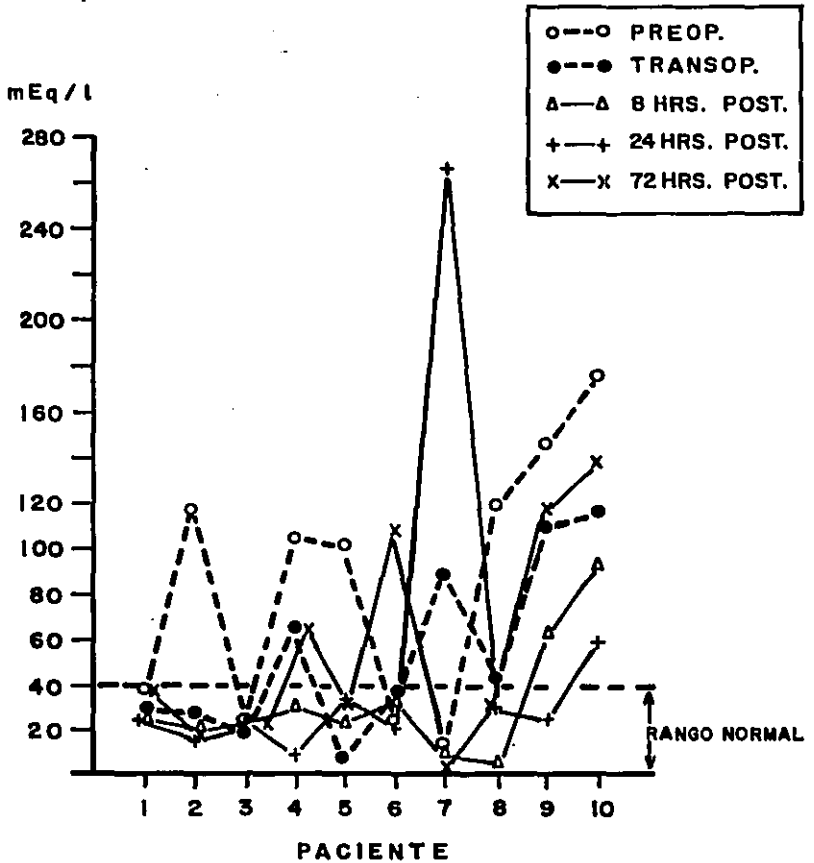
GRAFICA 7

# SODIO SERICO



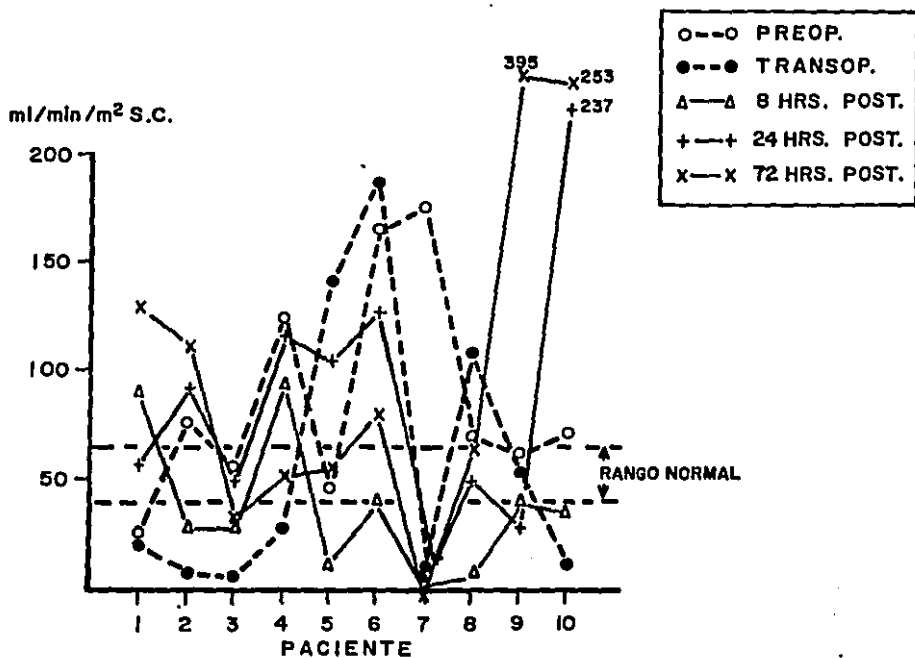
GRAFICA 8

# SODIO URINARIO



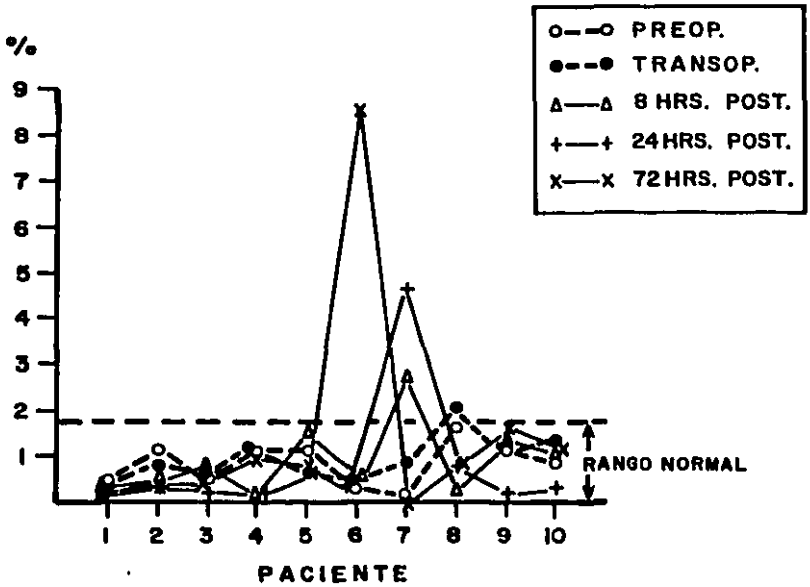
GRAFICA 9

## DEPURACION DE CREATININA



GRAFICA 10

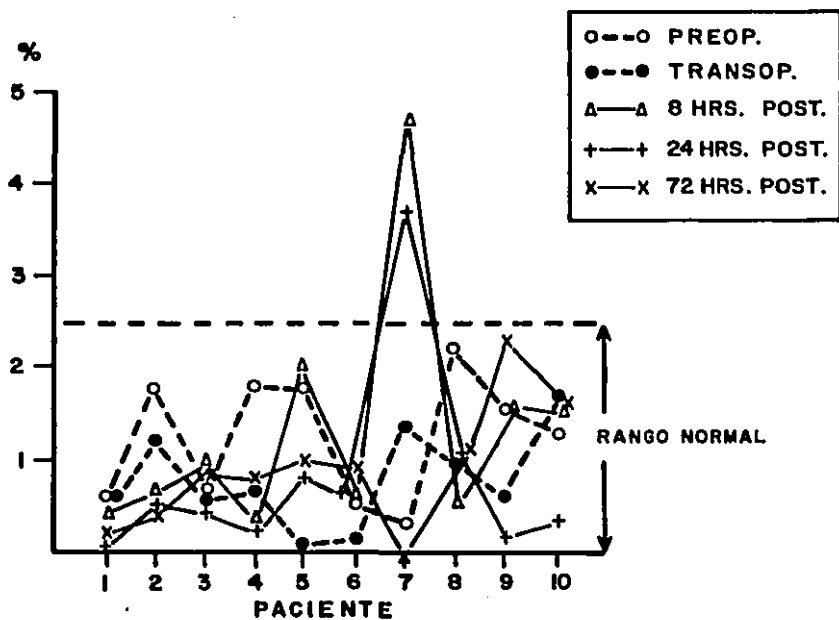
FE Na





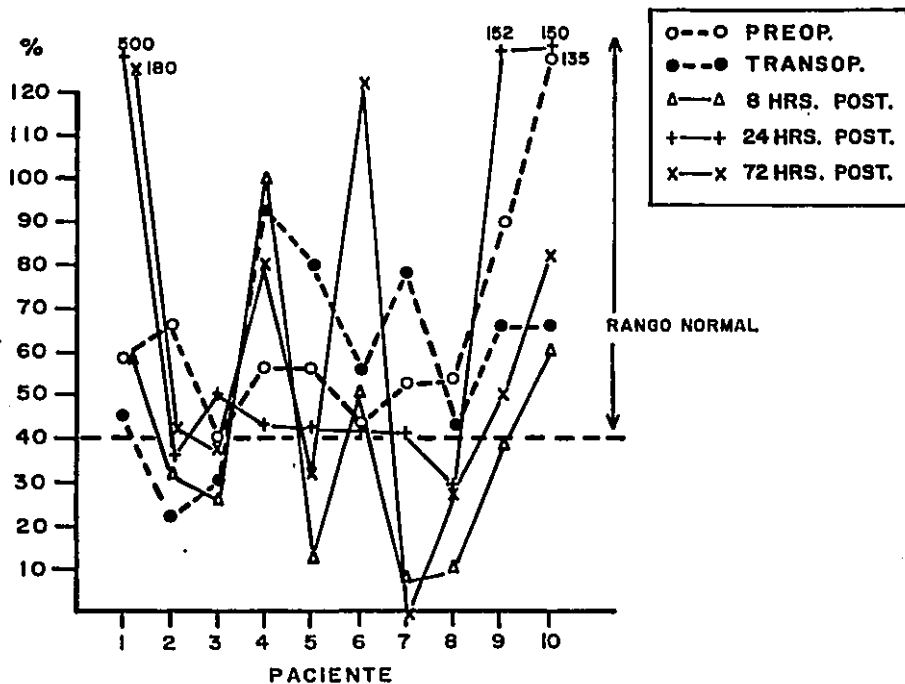
GRAFICA 11

# INDICE DE FALLA RENAL



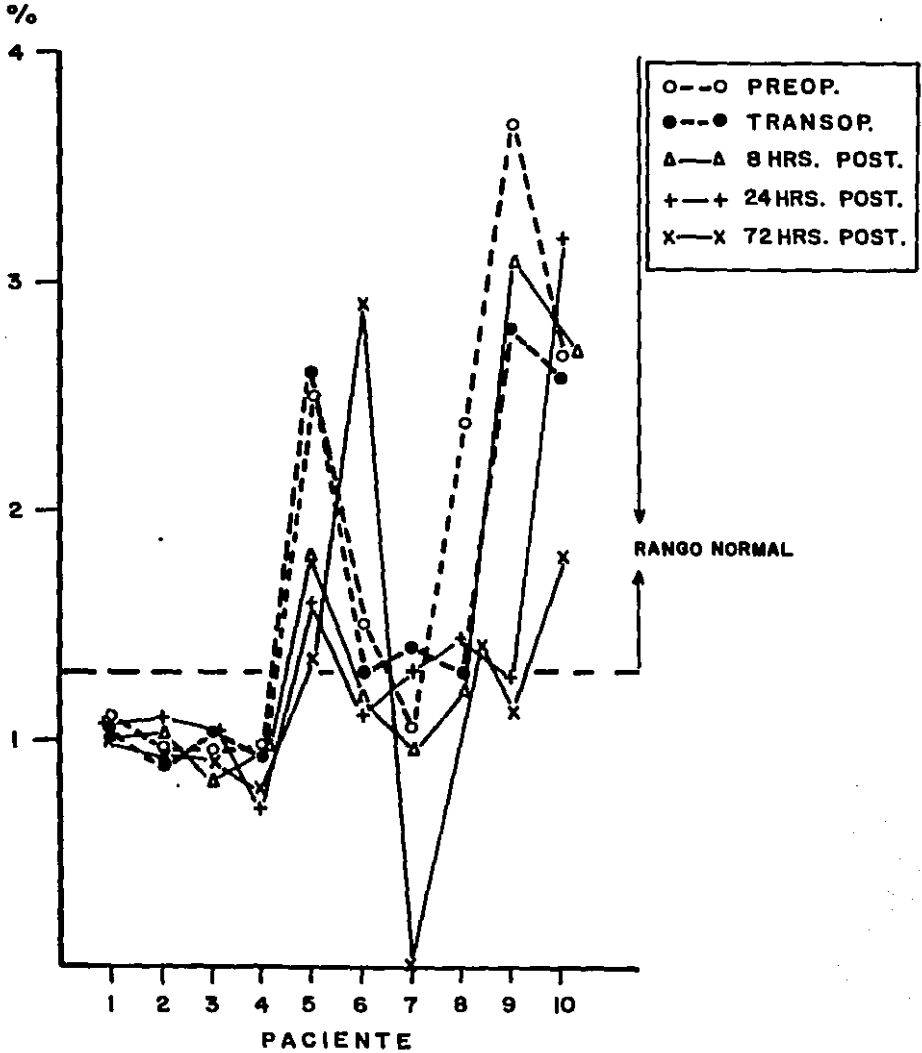
GRAFICA 12

U/P CREATININA



GRAFICA 13

# U/P OSMOLARIDAD



B I B L I O G R A F I A :

- 1.- Nelson-Vaughan. Textbook of Pediatrics. Ed. Saunders. - Twelfth Edition. U.S.A. 1985.
- 2.- González Rivera, Rubén. Cardiopatías congénitas en Pediatría. Experiencia clínica. Tesis. México. 1987.
- 3.- Espino Vela, J. Introducción a la Cardiología. Ed. Francisco Méndez Oteo. Octava Edición. México. 1977.
- 4.- Espino Vela, J. Cardiología Pediátrica. Ed. Francisco-- Méndez Oteo. Primera Edición. México. 1985.
- 5.- Graham T.P. et. al. Clin. Ped. Nort. Cardiología Pediatría. Vol. 6. Ed. Interamericana. México. 1984. 1289
- 6.- Díaz Miranda J.J. Protocolo de manejo para pacientes sometidos a cirugía cardiovascular. Inst. Nacional de Pediatría. México. 1985.
- 7.- Behrendt D.M. Patient Care in Cardiac Surgery. Ed. Little Brown. Third Edition, U.S.A. 1981.
- 8.- Mayer B.W. Pediatric Anesthesia. Lipsicott Company. - U.S.A. 1981.
- 9.- López Alonso G. Fundamentos de Anestesiología. Ed. La - Prensa Médica Mexicana. Tercera Edición. México. 1985.
- 10.- Chesney R.W. Acute renal failure: An important complications of cardiac surgery in infants. J. Ped. 1975, 87 - ( 3 ) : 381-388.
- 11.- Gauthier B. Nefrología y Urología Pediatricas. Salvat - Editores. Primera Edición. España. 1986.
- 12.- Villegas P.J. Insuficiencia Renal Aguda en el Niño. Instituto Nacional de Pediatría. México. 1985.

- 13.- Abel R.M. Etiology, incidence, and prognosis of renal-failure following cardiac operations. J.Thorac.Cardio-vasc.Surg. 1976; 71 ; 323 - 330.
- 14.- Yeboah E.D. Acute renal failure open heart surgery. -- Brit.Med.J. 1972; 1 : 415 - 418.
- 15.- Doberneck R.C. Acute renal failure after open heart -- surgery utilizing extracorporeal circulation and total body perfusion. J.Thorac.Cardiovasc.Surg. 1962; 43:441 449.
- 16.- Casali R. Acute renal insufficiency complicating mayor cardiac vascular surgery. Ann.Surg. 1974; 181 :370-375.
- 17.- Bhat J.G. Renal failure after open heart surgery. Ann.- Intern. Med. 1976; 84 : 677 - 682.
- 18.- Hilberman M. Acute renal failure following cardiac sur- gery. J. Thorac. Cardiovasc. 1979; 77: 880-887.
- 19.- Gailunas P. Acute renal failure following cardiac op- erations. J.Thorac.Cardiovasc.Surg. 1980;79:241-246.
- 20.- Helmut W. Survival of patients with acute renal failu- re requiring dialysis after open heart surgery: Early - prognostics indicators. Am. Heart.Jour. 1987; May : - 1138 - 1143 .
- 21.- Holper K. The diagnosis of acute renal failure follo- wing cardiac surgery with cardio-pulmonar bypass. Thorac Cardiovasc. Surg. 1979; 27 : 231 - 237 .
- 22.- Donald G. Acute renal failure in cardiac surgical pa- tients. Cleveland Clinica Quarterly. 1981;48: 1.
- 23.- Russel W. Acute renal failure associated with cardiac- surgery in infancy. Am.Heart.Jour.1985;74:348-354.
- 24.- Molloy P.J. The early diagnosis of impaired postopera- tive renal function. The Lancet.1962;6: 696-697.

- 25.- Velázquez Jones L. Diagnóstico de insuficiencia renal-aguda en el niño grave. Bol.Med.Hosp.Infant. 1974;XXXI ( 3 ) : 425 - 433.
- 26.- Sarasqueta P. Indices de función renal en el diagnóstico diferencial entre oliguria funcional e insuficiencia renal aguda en el niño recién nacido. Bol.Med.Hosp. Infant. 1983; 40 ( 10 ) : 566 - 570.
- 27.- Lanzas Fuentes R. Valoración de varios índices de diagnóstico temprano de insuficiencia renal aguda en niños Bol. Med.Hosp. Infant. 1984;20:997 - 1003.
- 28.- Barbosa L. E. Diagnóstico de insuficiencia renal aguda. Bol.Med.Hosp. Infant. 1983;40(6): 338 - 341.
- 29.- Ojeda Durán S.A. La fracción excretada de sodio: su empleo en el diagnóstico diferencial de la insuficiencia renal aguda en el lactante deshidratado por diarrea. - Bol.Med.Hosp.Infant. 1984; 41(6): 318-323.
- 30.- Espinel C.H. The FeNa Test. Use in the differential - diagnosis of acute renal failure. JAMA.1976;236 ( 6 ) : 579 - 581.
- 31.- Morrin P.A.F. Diagnostic Indices in Acute Renal Failure. Canad.Med.Ass.J.1967; 96 : 78 - 82.
- 32.- Pacífico A.D. Sodium-Excreting Ability Before and After Intracardiac Surgery. Circulation.1970;Sup. II; VII; - 142 - 146 .
- 33.- Diamond J.R. Nonoliguric Acute Renal Failure Associated with a Low Fractional Excretion of Sodium. Ann. -- Intern.Med. 1992; 96 : 597 - 600.
- 34.- García González E.R. Insuficiencia renal aguda y estado de choque.( Comparación entre FeNa y B 12-m ). Rev.- Mex.Ped. 1986;Mayo-Junio: 61 - 67.