

11237

1971



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES

## COMPARAR LOS INDICES DE FRACCION EXCRETADA DE CLORO Y SODIO EN NEONATOS A TERMINO SANOS

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO EN  
LA ESPECIALIDAD DE  
P E D I A T R I A  
P R E S E N T A :

DRA. CECILIA GUADALUPE JIMENEZ CARRILLO

JEFE DEL SERVICIO DE PEDIATRIA    JEFE DE ENSEÑANZA  
DR. OMAR AVILA MARIÑO    DR. JOSE M. VIDAL G.



DIRECTOR DE TESIS  
DRA. MA. EUGENIA ESPINOSA PEREZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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.

## I N D I C E

I.	ABREVIATURAS	1
II.	INTRODUCCION	2
III.	EMBRIOLOGIA	3
IV.	FISIOLOGIA RENAL	
	A) INTRAUTERINA	5
	B) EXTRAUTERINA	7
V.	INSUFICIENCIA RENAL AGUDA EN EL NEONATO	12
VI.	HIPOTESIS	19
VII.	MATERIAL Y METODOS	20
VIII.	RESULTADOS	22
IX.	DISCURSION Y COMENTARIOS	24
X.	BIBLIOGRAFIA	30

## A B R E V I A T U R A S

U / P = Relación de concentración urinaria / plasmática

Fe Na = Fracción excretada de sodio

Fe Cl = Fracción excretada de cloro

m m = Milímetros

RNA = Acido ribonucleico

DNA = Acido dexosiribonucleico

m l = Mililitros

mEq/l = Miliequivalentes / litro

vol = Volumen

mosm/l = Miliosmoles / litro

cc / kg = Centímetro cúbico / kilogramo

m g = Miligramo

d l = Decilitro

k g = Kilogramo

g = Gramo

RFI = Índice de insuficiencia renal

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

La función renal en el producto in útero se encuentra en gran parte dada por la actividad placentaria sufriendo adaptaciones para la vida extrauterina, pero estos cambios están condicionados por ciertos factores que determinarán la funcionalidad renal del neonato.

La función renal del recién nacido tiene características especiales en comparación con edades pediátricas posteriores.

Se han descrito diversos índices para valorar la función renal, entre ellos U/P de sodio, U/P de creatinina, U/P de urea, U/P de osmolaridad, índice de insuficiencia renal, fracción excretada de sodio, microglobulina de tipo 2 y en últimos reportes el Fe Cl, como nuevo índice renal, sin embargo continúa aún siendo difícil valorar la funcionalidad del riñón con un solo índice el manejo terapéutico. Se considera que la integración de varios de estos índices en relación con el estado clínico del paciente dará mejores resultados.

Aún no se han descrito valores normales, del índice de función renal, Fe Cl, encontrándose solamente establecidos en adultos.

## EMBRIOLOGIA

En los vertebrados adultos encontramos tres órganos excretorios distintos, - el más primitivo es el pronefros, éste degenera y su papel funcional es desempeñado por el mesonefros situado más caudalmente, degenerando y dando origen al metanefros que constituye el riñón propiamente en el humano. (1)

En los embriones humanos, el pronefros es una estructura completamente transitoria. Los túbulos pronéfricos comienzan a aparecer en los embriones de nueve a diez somitas, correspondiendo a la tercera semana, desapareciendo casi completamente éste sistema hacia el final de cuarta semana persistiendo solamente el conducto del pronefros como conducto de Wolf. El mesonefros se ubica en posición caudal al pronefros en el embrión de 4 mm., siendo de mayor tamaño que el pronefros. (2) El mesonefros es irrigado por numerosas pequeñas arterias que nacen ventrolateralmente de la aorta, cada una de estas ramitas arteriales presiona en el extremo libre dilatado de un túbulo en desarrollo, formando así una copa de doble pared, llamada cápsula glomerular o de Bowman. Dentro de la cápsula, la arteria se divide en un conjunto de capilares, llamado glomérulo. (1) Entre la tercera y quinta semana de gestación, comienza a desarrollarse el metanefros, teniendo un origen dual a partir del blastema metanéfrico y la yema o botón uretérico. A medida que la yema se alarga en dirección craneal, se ramifica para formar la pelvis renal y los conductos colectores; el mesodermo circundante se condensa para formar la capa metanefrogénica a partir de la cual se desarrollará el glomérulo y los túbulos renales. (2)

Las nuevas nefronas se forman en la periferia, de manera que las menos maduras se encuentran en la corteza superficial y las más maduras en la región yuxtamedular.

Al final de la 32a. semana de gestación, el metanefros ha desarrollado su número completo de glomérulos, completándose la nefrogénesis a la 35a. semana. (2)

Las células del metanefros, se desarrollan en relación a la síntesis de RNA, dependiente de DNA.

Diversos estímulos promueven la diferenciación, el crecimiento y desarrollo funcional del riñón embrionario y fetal. El blastema metanéfrico induce la ramificación de la yema uretérica a través de un mecanismo enzimático no evidente en ningún otro tejido.

## FISIOLOGIA RENAL

### A) INTRAUTERINA.

La placenta funciona como órgano regulador de tal manera que el crecimiento del riñón no es regido por las necesidades funcionales. Durante las últimas 20 semanas de gestación, el crecimiento renal es progresivo y el peso del riñón guarda relación lineal con la edad de gestación, peso corporal y área de superficie corporal. (3)

Inmediatamente después que se establece la circulación renal fetal, la sangre renal fluye y se inicia la filtración glomerular. El índice de filtración glomerular en relación con el área de superficie corporal aumenta rápidamente entre la vigesimooctava y la trigésimoquinta semanas de gestación. (2) A partir de la 35a. semana el índice de filtración glomerular alcanza una meseta hasta el nacimiento.

Durante las etapas tempranas del desarrollo, la orina formada por el feto es básicamente un ultrafiltrado del plasma, hipotónico, libre de glucosa. Hacia el quinto mes de la gestación, se inicia la modificación tubular del ultrafiltrado, pero el flujo urinario aún fluctúa básicamente en relación a la velocidad de filtración glomerular. A medida que el feto se desarrolla, decrece gradualmente la osmolaridad urinaria y la concentración de electrolitos. El riñón fetal responde a varios estímulos, puede existir un incremento significativo después de la infusión de sustancias ácidas a la circulación fetal; cuando se realiza compresión umbilical por períodos cortos de tiempo, las concentraciones de electrolitos y la osmolaridad urinarias se incrementa en forma notable, mientras que la velocidad de filtración glomerular y el flujo urinario disminuyen. (2)

La dificultad para concentrar la orina en el riñón fetal puede deberse al desarrollo incompleto del mecanismo de contracorriente, postulándose que factores que lo afectan son el desarrollo insuficiente del gradiente intrarrenal de solutos y

de los osmoreceptores, liberación disminuida de la hormona antidiurética, asas - cortas de Henle que no llegan hasta la punta de la papila, y características vas--culares de la región yuxtaglomerular.

Se ha encontrado que la hipoxia y la hipercapnia disminuyen la velocidad de filtración glomerular y el flujo sanguíneo renal, y es probablemente mediado por - estímulos hormonales o nerviosos, ya que es bien conocido que la hipoxia en el - feto induce aumento en la actividad del sistema renina-angiotensina y del sistema nervioso simpático. (2)

El líquido amniótico está compuesto principalmente de orina producida por - los riñones y líquidos secretados por los pulmones y membranas fetales. El vo--lumen neto del líquido amniótico dependerá de la cantidad deglutida y de la canti--dad removida a través de las membranas fetales. El contenido de agua del lí--quido amniótico, se acumula a una velocidad de 150 ml.-24 hrs. y puede ser re--novado cada 3 hrs. Al inicio de la gestación en el humano, la composición del líquido amniótico es comparable al ultrafiltrado del plasma, sin embargo, gradual--mente presenta menor osmolalidad y concentración de sodio y mayor concentra---ción de creatinina, ácido úrico y urea conforme la gestación avanza. (2)

La producción de orina se acerca a 12ml. por hora para la vigesimasegunda semana de gestación y alcanza 28 ml. por hora poco antes del nacimiento.

**B) EXTRAUTERINA.**

Los riñones al nacimiento, tiene una mayor proporción del peso corporal, en relación a todas las edades posteriores. Químicamente maduran más rápido que el músculo o la piel, lo cual se evidencia por la marcada caída de su alto contenido de calcio. Los túbulos como los glomérulos también aumentan su tamaño y adquieren mayor área superficial conforme avanza el crecimiento. Después del nacimiento ocurre proliferación celular, reflejada por aumento en el contenido de DNA, terminando hasta los 6 meses de edad, subsecuentemente, el crecimiento se produce aparentemente por hipertrofia celular más que por hiperplasia, como lo indica el incremento de la proporción RNA/DNA.

En el riñón humano al nacimiento el diámetro glomerular promedio es de 100 micras y se incrementará a 200 micras en la edad adulta, el espesor de la membrana basal del total de los glomérulos se incrementará también de 1000 a 2500 Armstrong.

Existen limitada permeabilidad en el glomerulo neonatal, esto para moléculas pequeñas y grandes, lo cual puede estar relacionado a la prominencia que ejerce el epitelio cuboidal, que delimita la membrana basal glomerular. También se piensa que la prominencia del aparato yuxtaglomerular causa alguna obstrucción al flujo sanguíneo a las arteriolas aferentes y esto a su vez sea responsable de la elevada resistencia vascular renal que se aprecia en las etapas tempranas de la vida. La longitud del túbulo proximal en el recién nacido es aproximadamente 10% de la que se observa en el adulto. La relación entre la superficie glomerular y el volumen proximal tubular se encuentra elevada, disminuyendo esta relación hasta los 6 meses de edad, siendo semejante a la del adulto. Los glomérulos en el neonato se encuentran en la parte central y externa del área cortical renal.

El desarrollo funcional del riñón neonatal humano, debe ser estimulado también por las necesidades corporales, sin embargo en etapas iniciales, la respuesta a los estímulos puede ser lenta. El flujo urinario puede variar de minuto a minuto considerablemente. Al nacimiento, el volumen de orina de la vejiga varía entre cero a 44 ml. El promedio de volumen urinario después del nacimiento es de 19.5 ml. en las primeras 24 hrs. y 227 ml. hacia el día 12. En niños nacidos por vía vaginal puede ocurrir transfusión placentaria lo cual modificaría el flujo urinario creando una variante entre 0 a 0.39 - 0.75 ml. por minuto. - (2)

El riñón tiene 3 funciones principales:

- a) Regula la composición y volumen del líquido extracelular.
- b) Elimina las toxinas del metabolismo nitrogenado.
- c) Secreta hormonas.

También participa en el metabolismo del equilibrio ácido-base, activa vitamina D, secreta eritropoyetina y prostaglandinas, regula la presión arterial, conserva y activa sustancias necesarias a fin de mantener constante el medio interno, el neonato tiene características especiales, las cuales son:

#### - Filtración glomerular:

En el recién nacido la velocidad de filtración glomerular es proporcional a la edad gestacional, si es medida durante las primeras 24 hrs. de vida o 2 a 3 días después del nacimiento; cuando se mide después de 2-3 días después del nacimiento es proporcional a la edad conceptual (gestacional + postnatal). La magnitud del incremento de la velocidad de filtración glomerular en los primeros días de vida extrauterina es mayor en el recién nacido de término que en los prematuros. En el recién nacido a término la velocidad de filtración glomerular es en las primeras 24 horas de vida, entre 0.7 a 4.7 ml./min. y aumenta de 1.1 a 17.9 ml./min. a los 2-3 días de vida extrauterina.

La filtración glomerular depende de factores tales como la presión arterial, que la favorece, de tal manera que si ésta disminuye, la filtración glomerular

lar se reduce también y por lo tanto se presenta oliguria y anuria, el recién nacido normal tiene presión arterial menor que el adulto y ésta puede ser una explicación para la filtración glomerular disminuida.

La filtración glomerular depende directamente del flujo plasmático.

La reducción en la velocidad de filtración glomerular es de un 30% de la del adulto, y va aumentando progresivamente, hasta alcanzar las cifras de éste cuando el niño tiene alrededor de un año de edad.

En algunos casos, la disminución de la filtración glomerular se acentúa más por la presencia de factores peculiares al recién nacido, como la asfíxia durante el parto, hemtcrito elevado, etc.

Los neonatos prematuros tienen una velocidad de filtración glomerular menor que los nacidos a término y antes de las 34 semanas de edad conceptual (gestacional más conceptual) la velocidad de filtración es relativamente estable.

El índice de filtración glomerular también está influido por otros factores - además de la edad conceptual, Siegel y Cols, sugieren que no hay diferencia entre lactantes con o sin síndrome de dificultad respiratoria mientras el estado respiratorio y circulatorio sea estable, aunque esto no está bien establecido. (10)

### Equilibrio electrolítico:

**Sodio:** La actividad principal del riñón del recién nacido, en relación con el equilibrio electrolítico, y quizá la característica que lo distingue más del riñón del individuo maduro, es lograr el equilibrio positivo de sodio, potasio y cloruro necesario para un organismo en crecimiento. En el neonato - sin una historia sugestiva de enfermedad renal, y con un volumen urinario normal, surge la duda sobre el manejo inapropiado de sodio renal, con la observación de un valor anormal del sodio sérico, pudiéndose valorar con la excreción fraccionario de sodio urinario. Se debe considerar una elevación de la excreción urinaria de sodio dependiendo de la ingesta de sodio del neonato, sería de esperar una excreción de sodio absoluta y fraccional rela-

tivamente más elevada en un neonato que recibe una mayor cantidad de sodio en la dieta. La excreción diaria puede calcularse.

$$( \text{UNa (mEq/l)} ) \div 1000 \times (\text{vol. de orina (ml.) de 24 hrs.} )$$

sustrayendo este valor de la ingestión calculada de sodio, pudiéndose ver si el neonato se encuentra en un equilibrio positivo o negativo de sodio.

La homeostasia del sodio en el lactante a término se caracteriza por un equilibrio positivo de sodio sobre una amplia variedad de ingestiones de este elemento, a la inversa, el mismo neonato tendrá una capacidad limitada para aumentar la excreción de sodio cuando se administra una carga de sal, pensándose que ambos fenómenos se deben a un mejoramiento de la resorción tubular distal de sodio, estimulada por los niveles elevados de aldosterona. El hiperaldosteronismo es el resultado de un control inmunitario de retroalimentación negativa de la actividad de renina en plasma, asegurándose la retención de sodio esencial para el crecimiento. Sin embargo, este sistema es el causante de la susceptibilidad del neonato a término a la expansión del volumen extracelular a causa de una administración de sodio demasiado agresiva.

**Potasio:** Sólo constituye un problema cuando hay una limitación muy significativa de la función renal produciéndose hiperpotasemia. Normalmente se encuentra en el recién nacido un equilibrio negativo de potasio, sin embargo en el neonato críticamente enfermo, este estado puede estar exagerado, el uso de diuréticos también puede aumentar aún más la pérdida de potasio.

**Cloro:** El manejo renal del cloruro parece ser satisfactorio en el prematuro y en el recién nacido de término.

Ha sido bien demostrado que el principal ión que es transportado activamente en la parte ascendente del asa de Henle es el cloro, el cual es transportado contra un gradiente eléctrico y químico (20), en contraste con el sodio, puesto que se ha postulado que el transporte de sodio es por una simple difusión pasiva y un gradiente eléctrico generado por el transporte de sodio.

Cuando se emplean diuréticos aumenta la pérdida renal de cloro. Cuando

existe una pérdida de cloruro en forma crónica puede aparecer alcalosis metabólica, presentarse complicaciones como retraso en el crecimiento también. (1)

- Equilibrio ácido - base:

En el período previo al parto, el equilibrio ácido-base del feto depende fundamentalmente de las condiciones que prevalezcan en la madre.

La recuperación de la acidosis después del parto, parece ser debida fundamentalmente a la excreción pulmonar de  $CO_2$ , con poca participación renal. Mientras más severa es la asfixia, mayor tiempo le toma al neonato recuperarse de la acidosis.

La reabsorción de bicarbonato por el túbulo proximal y el nivel de bicarbonato plasmático (umbral), en el cual el bicarbonato aparece en orina parecen ser menores en el neonato que en el niño mayor. La excreción neta de ácidos parecer ser menor en prematuros normales o con síndrome de dificultad respiratorio, en relación con los nacidos a término.

- Equilibrio hídrico:

El neonato es capaz de producir una orina muy diluida, con osmolaridad urinaria en los límites de 30 a 50 mosm/l, esto traduce una resorción ávida de sodio en la porción distal de la nefrona.

El sitio principal de concentración urinaria es el conducto colector, donde la acción de la vasopresina arginina y hormona antidiurética aumenta la permeabilidad al agua. El neonato es capaz de secretar cantidades muy grandes de hormona antidiurética, incrementándose en casos como asfixia perinatal y hemorragia.

En el recién nacido la sensibilidad de los túbulos a la acción de la hormona antidiurética parece ser menor que en el adulto.

# INSUFICIENCIA RENAL AGUDA EN EL NEONATO

## A) DEFINICION.

Se define como una disminución repentina de la función renal que produce retención progresiva de productos nitrogenados de desecho. (6)

Puede hacerse el diagnóstico presuncional en el recién nacido con disminución continuada de la excreción de orina menor de 1cc./kg. de peso corporal por hora, durante 24 horas, creatinina sérica con valores superiores a 1.0 mg. por dl o urea en sangre por arriba de 20 mg. por dl o ambas. (7)

Puede encontrarse orina en la vejiga de los fetos humanos ya desde el cuarto mes de vida intrauterina, pero en ésta etapa la placenta es el principal órgano de excreción, por lo que incluso en los recién nacidos con agenesia renal bilateral no están urémicos al nacer. El 93% de los recién nacidos normales orina en las primeras 24 horas de nacimiento y el 99.4% en el transcurso de 48 horas, en consecuencia se sospecha insuficiencia renal aguda en todo neonato que no orina en término de 48 horas de haber nacido.

## B) CAUSAS.

### Prerrenal.- ( 6 y 7 )

- 1.- Disminución del volumen plasmático: hemorragia, deshidratación, sepsis.
- 2.- Otras causas de hipoperfusión renal: hipoxia, síndrome de insuficiencia respiratoria, insuficiencia cardíaca congestiva, choque.

### Renal o Intrínseca.-

- 1.- Anomalías renales congénitas:
  - agenesia bilateral

- riñones multiquisticos (displásicos) bilaterales
  - enfermedad poliquística infantil
- 2.- Lesiones vasculares:
- trombosis de arteria renal
  - trombosis de vena renal
  - necrosis cortical
- 3.- Isquémicas:
- choque
  - hemorragia
  - deshidratación
  - sepsis
  - hipoxia
  - síndrome de insuficiencia respiratoria
- 4.- Nefrotóxica:
- antibióticos aminoglucósidos
- 5.- Acido úrico:
- hiperuricemia en el neonato

#### **Postrenal.-**

- 1.- Obstrucción bilateral:
- válvulas uretrales posteriores
  - traumatismo uretral
  - prepucio imperforado
  - divertículo uretral
  - vejiga neurógena
  - síndrome de megavejiga y megauréter
- 2.- Obstrucción de un solo riñón funcional:
- obstrucción de la unión ureteropélvica

#### **INSUFICIENCIA PRERRENAL:**

La causa más común de oliguria o anuria en el neonato es la disminución re

lativa de la perfusión de riñones intrínsecamente normales. (10) En neonatos con síndrome de insuficiencia respiratoria, el caudal sanguíneo renal y la filtración glomerular están disminuidos en comparación con neonatos normales.

La insuficiencia renal aguda prerrenal es rápidamente reversible en etapa temprana del curso de la enfermedad, si de mejora la perfusión renal, sin embargo si la hipoperfusión es duradera, sobrevendrán daño isquémico e insuficiencia renal intrínseca. (11)

#### **INSUFICIENCIA RENAL INTRINSECA:**

Guarda relación con daño de los riñones, mostrando también a menudo deterioro de otros sistemas orgánicos. Factores contribuyentes son la hipoxia, el estado de choque, las complicaciones vasculares también son causa importante de disfunción renal, la trombosis del lado arterial se relaciona con fenómenos embólicos al aplicar catéter en la arteria umbilical intravascular diseminada, neonatos de madre diabéticas. (7,10,11)

#### **INSUFICIENCIA POSTRENAL:**

Resulta de la obstrucción del flujo de orina después que se ha formado ésta en los riñones, relacionándose con insuficiencia renal intrínseca, ya que la obstrucción del flujo urinario puede estar relacionada con displasia renal.

#### **DIAGNOSTICO:**

La manifestaciones clínicas predominantes en el neonato con insuficiencia renal aguda son las del estado primario. Clásicamente se menciona que existe grave ataque al estado general y el signo más importante es la excreción de orina inferior a 1ml.-kg./hora, pudiéndose presentar hipernea, hipertensión arterial, convulsiones, coma, como resultado de una acidosis metabólica severa y otras alteraciones metabólicas de uremia, puesto que la urea sanguínea aumenta diariamente de 10 a 20 mg./100 ml. y la creatinina sérica de 0.5 a 1 mg./100 ml.; posteriormente se presentará la fase poliúrica caracterizándose por un aumento progresivo del volumen urinario y de la excreción de urea, sodio cloro y potasio. (11,12) En el servicio de terapia intensiva pediátrica del Hospital General del Centro Médico la Raza, se ha observado que la presentación más frecuente en

nuestro medio es la insuficiencia renal aguda no oligúrica o de volúmenes conservados. (12)

Parece haber dos desafíos principales para el clínico que intenta establecer el diagnóstico de insuficiencia renal aguda. La primera dificultad es distinguir entre la insuficiencia renal prerrenal y la intrínseca, evitando así las consecuencias inconvenientes de la sobrecarga de líquido en un paciente cuyo gasto urinario no aumentará independientemente de la cantidad de líquido que se administre. en el neonato con insuficiencia prerrenal, la respuesta positiva a la administración de líquido es tanto diagnóstica como terapéutica. Un segundo desafío consiste en identificar a los neonatos con obstrucción de las vías urinarias cuyo pronóstico y tratamientos oportunos.

Puede ser útil considerar factores históricos, como una historia familiar de enfermedades renales, oligogidramnios, asfisia perinatal y disminución aparente del gasto urinario. El examen físico debe concentrarse en el abdomen, apreciando el tamaño del riñón, presencia de masas abdominales, etc. También deben buscarse otros datos, como sufrimiento respiratorio, palidez, convulsiones y signos de síndrome de potter u otras anomalías. Debe obtenerse consulta urológica para cualquier tipo de proceso obstructivo.

Cuando no hay obstrucción, deben obtenerse los siguientes estudios de laboratorio:

- biometría hemática
- recuento de plaquetas
- tiempo de protrombina
- electrolitos en el suero
- urea, creatinina
- calcio y fósforo
- glucosa
- proteínas / albúmina
- osmolaridad
- pH, PaCO<sub>2</sub> PaO<sub>2</sub>
- Si existe orina debe realizarse:
  - + cultivo
  - + sodio, creatinina, cloro, osmolaridad

Existen índices diagnósticos en la insuficiencia renal neonatal, los cuales han sido múltiples veces estudiados:

Mathew y colaboradores los estudió en 42 pacientes con oliguria y definió a los lactantes con oliguria prerrenal (22 pacientes) como aquellos que respondían a manitol (1g./kg.) o a una provocación con líquidos con el uso de solución salina (20 ml./kg.) con un aumento en el gasto urinario mayor de 12ml./kg./hora; los que no reaccionaban o aquellos con respuestas transitoria (20 pacientes) se consideraron como insuficiencia renal. Aunque existió diferencia entre los otros índices empleados sólo el índice de insuficiencia renal (RFI:  $\frac{UCr-SCr}{C}$ ) y el FeNa separaron claramente a los grupos sin existir superposición significativa. Concluyendo que cuando el índice de insuficiencia renal o el FeNa con mayores de 2.5 hay una gran posibilidad de sea insuficiencia renal. (13)

Ojeda Durán y Cols. estudiaron 35 niños concluyeron que la certeza diagnóstica para los diferentes índices de función renal es de 70% para U/P de osmolaridad, 59% para U/P de urea, 66% para U/P de creatinina, 43% para la excreción urinaria de sodio y de 96% para el FeNa, siendo éste último el más efectivo no invasivo y rápido para el diagnóstico diferencial de funcional o renal. (14)

Sarasqueta y Cols. estudiaron 28 recién nacidos con oliguria encontrando diferencias estadísticamente significativas de los resultados obtenidos para el U/P de urea, U/P de creatinina, sodio urinario, U/P de sodio y excreción fraccionada de sodio por urea, sin embargo se superpusieron los valores extremos de éstos índices entre los recién nacidos con oliguria funcional y renal. Encontrando que la excreción fraccionada de sodio por creatinina y el índice de fallo renal tuvieron marcada diferencia y sus valores extremos no se superpusieron entre los dos grupos. Esto es semejante a los encontrados por Mathew y Cols. (15)

Espinel realiza una de las primera publicaciones del FeNa, explicando que éste mide la resorción tubular de sodio, el cual en sujetos normales con una velocidad de filtración glomerular de 120 ml./min. y con excreción urinaria diaria de 120mEq, el FeNa es de 0.5, encontrando que en la insuficiencia renal aguda existen alteraciones en la función tubular, lo cual se ve reflejado en el FeNa; en la azotemia prerrenal disminuye el flujo renal permitiendo un incremento absoluto en la reabsorción tubular de sodio. siendo el FeNa bajo, por otro lado en los pacientes con insuficiencia de tipo intrínseco la función de las nefronas por unidad ex-

cretan gran cantidad de sodio, presentando un FeNa mayor de 3. (16)

Con el incremento del uso del FeNa, se han encontrado numerosos reportes, como el de Zarich, en donde se encontró FeNa menor del 1% en casos de necrosis tubular aguda oligúrica o no oligúrica, obstrucción urinaria, glomerulonefritis aguda, síndrome hepatorenal, sepsis y alteraciones relacionadas con drogas, concluyendo que un sólo índice no puede discriminar entre azotemia prerrenal o renal; el FeNa deber ser empleado en conjunción con la evolución clínica del paciente y otros índices de función renal. (17)

Pru y Cols. realizaron un estudio prospectivo de dos años en 45 pacientes, de los cuales 26 recuperaron espontáneamente su función renal y 3 tenían FeNa menor de 1, sin encontrarse en su estudio una significación estadística al empleo del FeNa. (13)

Estudios más recientes, como el de Anderson y Cols, emplean un nuevo índice de función renal, fracción excretada de cloro, exponiendo que existe una gran sensibilidad o especificidad equivalente a la del FeNa para la diferenciación de pacientes con azotemia prerrenal reversible de aquellos con necrosis tubular oligúrica o no oligúrica.

De los estudios de gabinete se encuentra la nefrosonografía el cual es un estudio no invasivo, ni se basa en la función renal para mostrar la imagen de los riñones y del sistema colector, la presencia o ausencia de quistes grandes o de otras zonas llenas de líquido, la presencia de uréter o uréteros dilatados. La pielografía intravenosa tiene poco valor, incluso los medios de contraste pueden ocasionar nefrotoxicidad. Un cistograma de vaciamiento puede delinear patología más específica. (7, 10)

## H I P O T E S I S

DEMOSTRAR QUE EL INDICE DE FUNCION RENAL, MAS FIDEDIGNO ES  
EL  $FeCl$  EN COMPARACION CON EL  $FeNa$  Y EL U/P DE CREATININA

DETERMINAR LOS VALORES DE FRACCION EXCRETADA DE CLORO EN  
NEONATOS A TERMINO SANO

## MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en el Hospital General "Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez" en forma prospectiva.

Se tomó al azar en labor a los neonatos, determinando edad gestacional por -FUR, valoración de APGAR, peso, detección de hipoxia perinatal, valoración por Capurro.

Se consideraron los siguientes criterios en el estudio:

### A) Criterios de inclusión:

- Recién nacidos ingresados al cunero del Hospital General Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez.
- Sin detección de sufrimiento fetal en la gestación y/o en la extracción
- Ruptura de membranas menor de 24 horas de evolución.
- Recién nacidos obtenidos por vía abdominal o vaginal, incluso con aplicación de fórceps, pero calificados con APGAR entre 7 y 10.

### B) Criterios de exclusión:

- Obstétricos.- patología materna
  - sangrados de la segunda mitad del embarazo
- Pediátricos.- APGAR menor de 7.
  - detección de hipoxia y/o en el momento del trabajo de parto
  - datos de patología en las primeras 48 horas de vida extrauterina
  - malformaciones congénitas mayores

**C) Criterios de eliminación:**

- Detección de hipoxia dentro de las primeras 48 horas de vida extrauterina del producto.
- Empleo de medicamentos
- Deficiencia en la técnica de recolección de muestras.

Posteriormente se realizó la recolección simultánea sanguínea y urinaria de creatinina, sodio y cloro entre las 0 y 48 horas de vida extrauterina, vigilándose la evolución clínica de los neonatos.

La recolección sanguínea se realizó en forma central, extrayendo 4 cc. de sangre y la recolección urinaria se realizó en bolsas de polietileno, adheridas a la región perigenital, tratando de obtener la primera diuresis y si no fue posible se realizó la recolección en las subsecuentes.

Todas las muestras fueron procesadas en el laboratorio del Hospital General Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez. El método utilizado para la determinación de creatinina urinaria y sérica es del de Jaffé modificado; para la determinación de sodio sérico y urinario se utilizó el método de flamometría; para el cloro sérico y urinario se utilizó el autoanalizador calorimétrico.

Los valores obtenidos fueron valorados por los índices de fracción excretada de sodio y fracción excretada de cloro:

$$\text{FeNa} = \frac{(\text{U/P de sodio})}{(\text{U/P de creatinina})} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{FeCl} = \frac{(\text{U/P de cloro})}{(\text{U/P de creatinina})} \times 100 \quad (5)$$

**U = concentración urinaria**

**P = concentración en plasma**

## R E S U L T A D O S

Se estudiamos 85 niños recién nacidos sanos, escogidos al azar, siendo clasificados todos según la valoración de Capurro entre 37 y 42 semanas de gestación. Se dividieron en tres grupos de acuerdo a las horas de vida extrauterina, clasificándose el primer grupo en aquellos que cursaban sus primeras 12 horas de vida extrauterina, el segundo grupo lo constituyeron los que cursaban entre 13 y 24 horas y el tercer grupo aquellos que se encontraban entre 25 y 48 horas de vida.

En todos los grupos se realizaron promedio de peso, APGAR, tipo de parto y sexo, obteniéndose los resultados que se encuentran en el siguiente cuadro:

	0 - 12 horas	13 - 24 horas	25 - 48 horas
<b>Sexo</b>			
Masculino	15	16	16
Femenino	21	9	8
Peso	3 136 (x)	3 134 (x)	3 090 (x)
APGAR	8 - 9 - 9 (x)	8 - 9 - 9 (x)	8 - 8 - 9 (x)
Eutocia	29	18	16
Cesarea	7	7	8
Total	36	25	24

( x ) Promedio

Se realizó determinación de creatinina sérica y urinaria, cloro sérico y urinario, sodio sérico y urinario, realizándose promedio en los tres grupos, los resultados obtenidos fueron:

	0 - 12 horas	13 - 24 horas	25 - 48 horas
Creatinina sérica	1.24 (x)	1.29 (x)	1.32 (x)
Creatinina urinaria	6.94 (x)	6.47 (x)	5.69 (x)
Cloro sérico	102.37 (x)	123.23 (x)	101.68 (x)
Cloro urinario	29 (x)	18.5 (x)	10.39 (x)

Sodio sérico	135.88 (x)	130.4 (x)	128.54 (x)
Sodio urinario	25.45 (x)	10.2 (x)	7.12 (x)

( x ) Promedio

Los valores normales en el neonato sano son los siguientes: (21)

creatinina sérica.....	0.6 - 1 mg./dl
creatinina urinaria.....	15 - 25 mg./kg/24 horas
cloro sérico.....	100 - 106 mEq - l
cloro urinario.....	2 - 10 mEq/24 horas
sodio sérico.....	135 - 145 mEq/l
sodio urinario.....	variable según el aporte

Con los valores determinados anteriormente se realizaron en cada neonato - los índices de Fe Na, Fe Cl, y U/P de creatinina, realizándose posteriormente - los promedios en cada grupo, obteniéndose los siguientes resultados:

	0 - 12 horas	13 - 24 horas	25 - 48 horas
Fe Na	3.27 ( x 35 casos )	1.05 ( x 25 casos )	0.11 (x 21 casos)
Fe Cl	4.57 ( x 24 casos )	2.41 ( x 22 casos )	2.32 (x 18 casos)
U/P creatinina	5.9 ( x 36 casos )	6.31 ( x 25 casos )	4.82 (x 23 casos)

( El número de casos es menor al grupo inicial para los diferentes índices porque en ocasiones se reportó muestra insuficiente por el servicio de laboratorio o existía alguna duda en los resultados ).

Los valores normales en el neonato sano son los siguientes:

	Pre - renal	Intrínseca	Obstruictiva
U/P creatinina	40	20	20
Fe Na	1	3	3
Fe Cl		3 ( adulto )	

Con los promedios de los diferentes índices en cada neonato se realizó la - desviación estándar para cada grupo y cada índice, siendo los resultados los si--- guientes:

	0 - 12 horas	12 - 24 horas	24 - 48 horas
Fe Na	0.4 - 12.6	0.1 - 5	0.1 - 2.7
Fe Cl	0.3 - 13.4	0.1 - 9.6	0.1 - 8.5

Entre los resultados de creatinina sérica no existió una diferencia estadísticamente significativa entre los tres grupos, con valores con discreta elevación de los valores normales.

La creatinina urinaria observó un decremento en sus valores, siendo menor a partir de las 24 - 48 horas de vida extrauterina, no pudo ser comparado con los resultados normales reportados porque en éste estudio se tomó una sola muestra y los resultados normales son reportados en 24 horas.

Los valores de cloro sérico de los tres grupos se encontraron dentro del rango de la normalidad y no existió diferencia estadísticamente significativa entre los tres grupos.

En el cloro urinario se encontró una diferencia entre el primer grupo y el tercero de 18.61 mEq/l, lo que nos indica que existe mayor pérdida de cloro en las primeras horas de vida extrauterina y posteriormente tiende a estabilizarse.

El sodio sérico se encontró dentro de los límites normales en los tres grupos, no existiendo diferencias estadísticamente significativas.

En los valores de sodio urinario se encontró una diferencia entre el primer y el tercer grupo de 18.33 mEq/l, lo cual se encuentra de acuerdo con la fisiología del neonato sano, porque éste se observa con natriuresis en las primeras horas.

Los valores de Fe Na en las primeras 12 horas de vida extrauterina dan un promedio de 3.27, y sus dos desviaciones estándar se encuentran comprendidas entre 0.01 y 9.5, y el 97% de los casos están comprendidos entre éstas, sin embargo el 67.6% de los casos se encontraron entre 0.15 y 3.27, lo cual corresponde a los reportados como valores normales en el neonato en la literatura.

El promedio de Fe Na entre las 12 y 24 horas de vida fue de 1.05 y las

dos desviaciones estándar están comprendidas entre 0.01 y 3.7, con el 92% de los casos, pero el 72% de los neonatos de éste grupo presentaban valores de Fe Na comprendidos entre 0.10 y 1.05, lo que se explica con la fisiología del recién nacido.

El tercer grupo de neonatos correspondientes a las 24 - 48 horas, presentó un promedio de Fe Na de 0.11 y las dos desviaciones estándar están entre 0.01 y 3.96 con el 100% de los casos entre ambas, sin embargo el 80.9% se encuentran con valores entre 0.11 y 1.9, lo cual corresponde con la normalización de la función renal del neonato en su efecto natriurético de las primeras horas de vida extrauterina. ( Gráficas 1-2-3 ).

Los valores de Fe Na obtenidos muestran una disminución progresiva, inversamente proporcional a las horas de vida extrauterina. ( Gráfica 7 )

El promedio de Fe Cl en las primeras 12 horas de vida extrauterina correspondió a 4.57, con sus desviaciones comprendidas entre 0.01 y 12.8, correspondiendo el 95.8% de los casos y el 75% de los mismos con rangos entre 0.45 y 4.57.

El promedio de Fe Cl entre 13 y 24 horas fue de 2.48, con desviaciones entre 0.01 y 7.73 con el 95.65% de los casos, y el 63% con rango de valores entre 0.1 y 2.41.

El Fe Cl de 24 - 48 horas en promedio fue de 2.32, con sus desviaciones entre 0.01 y 6.52, correspondiente al 88.8% de los neonatos de éste grupo, el 66.6% con valores entre 0.22 y 2.32. ( Gráficas 4-5-6 ).

En las gráficas del Fe Cl, se observa que tienden a disminuir sus valores, encontrándose una relación inversamente proporcional en relación con las horas de vida extrauterina, siendo muy semejante a los que sucede con el Fe Na, aunque la eliminación de los electrolitos se realiza en forma diferente.

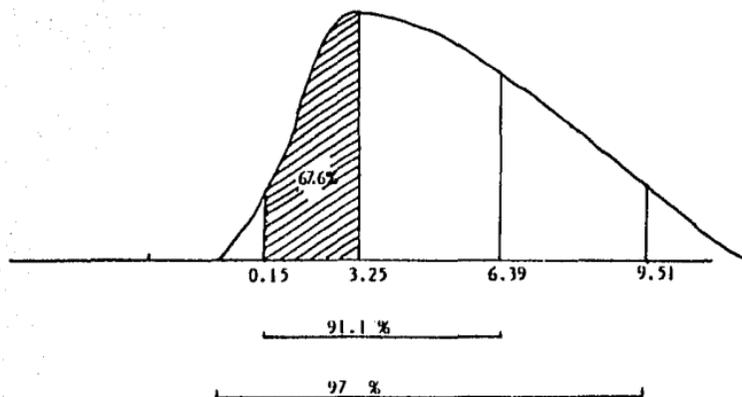
Podemos concluir en éste estudio que los resultados obtenidos fueron:

#### Fe Cl

0 - 12 horas      (  $\bar{x}$  ) 4.57      con un rango entre 0.3 a 13.4

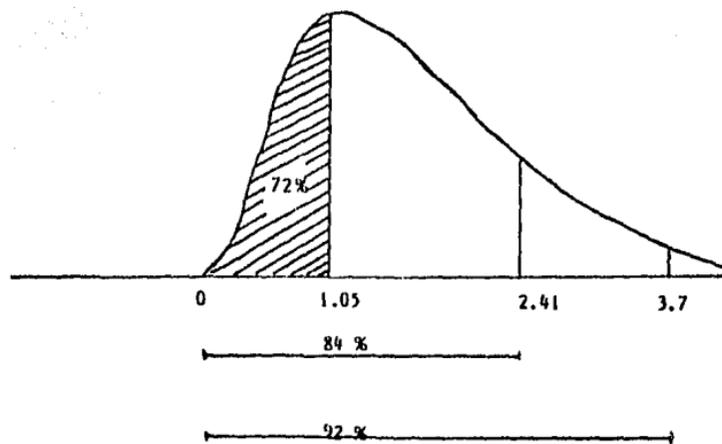
G R A F I C A No. 1

Fe Na 0-12 horas



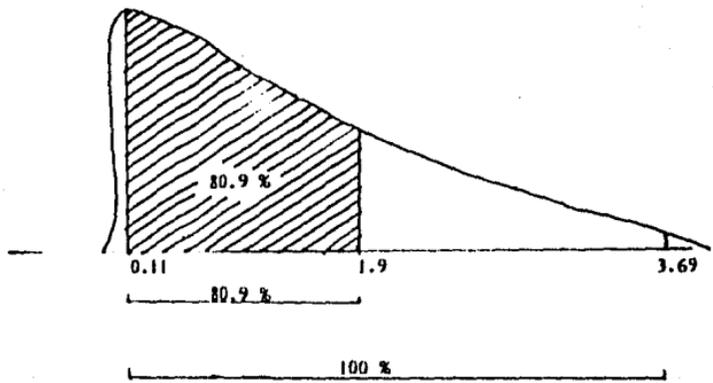
G R A F I C A No. 2

Fe Na 12-24 horas



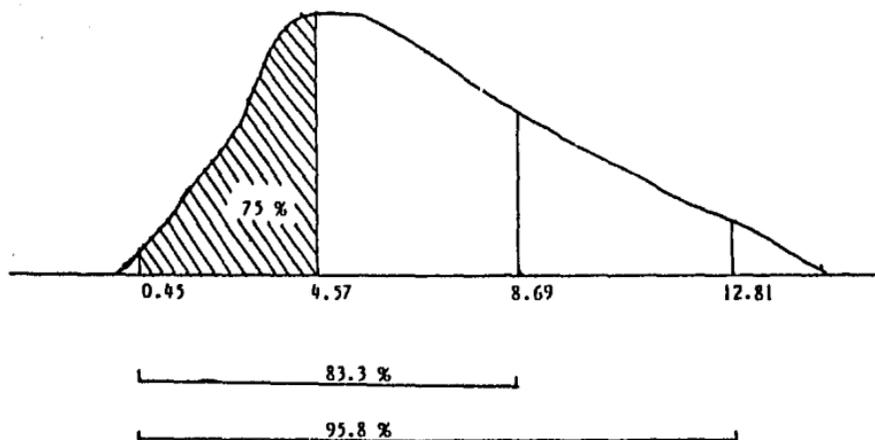
G R A F I C A No . 3

Fe Na 24 - 48 horas



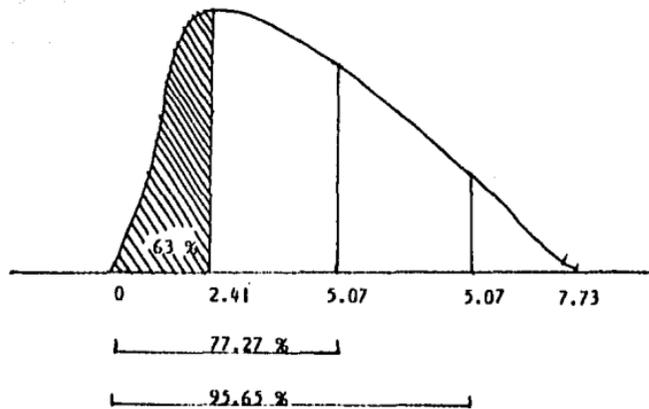
G R A F I C A No. 4

Fe Cl 0 - 12 horas



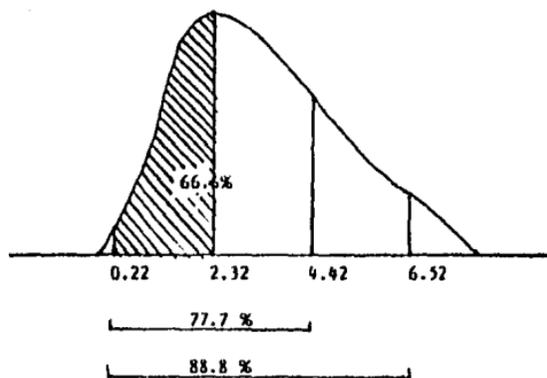
G R A F I C A No. 5

Fe Cl 12 - 24 horas



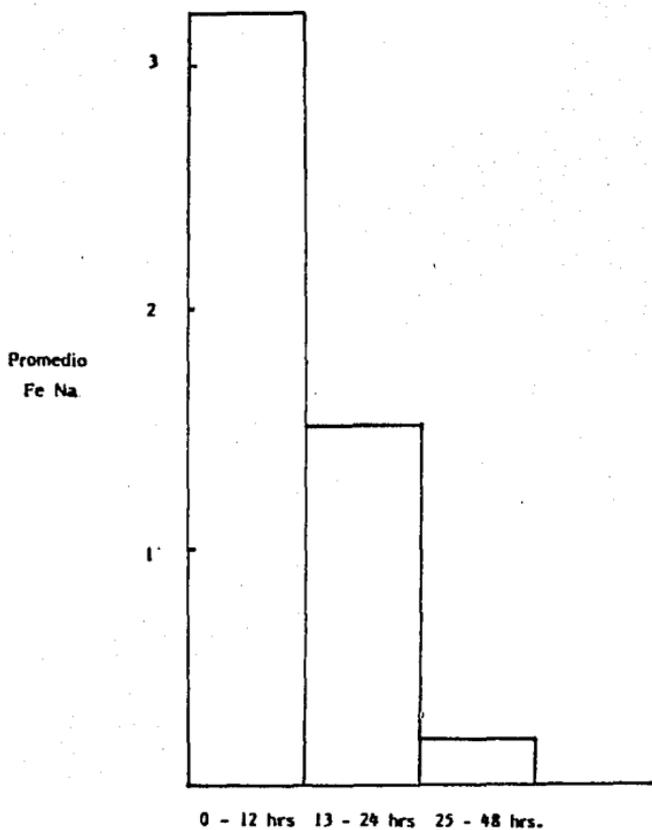
G R A F I C A No. 6

Fe Cl 2% - 48 horas



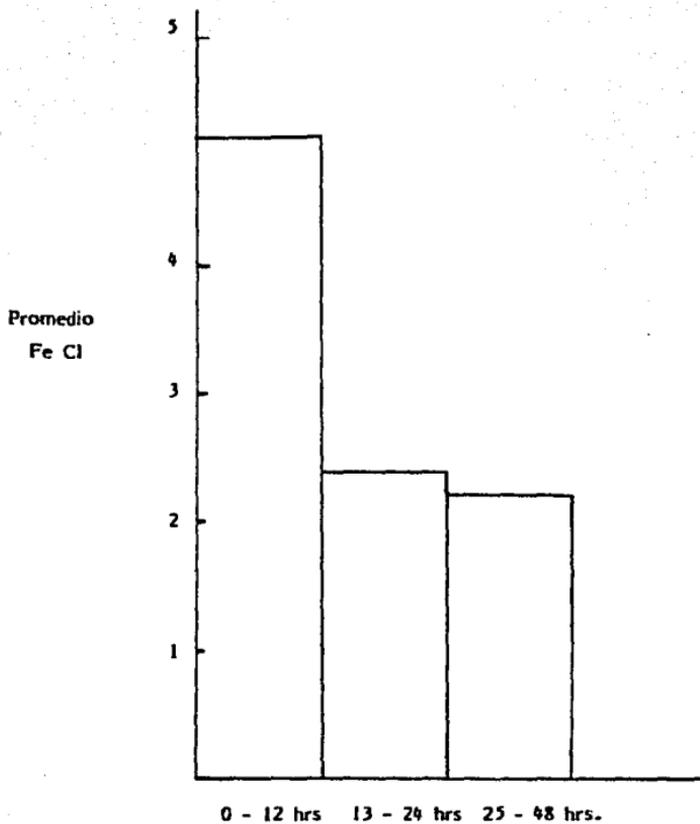
G R A F I C A No. 7

Fe Na



G R A F I C A No. 8

Fe Cl



12 - 24 horas	( x ) 2.41	con un rango entre 0.1 a 9.6
24 - 48 horas	( x ) 2.32	con un rango entre 0.1 y 8.5

Como la muestra se realizó al azar, puede ser significativa con respecto a la población del hospital.

Los valores y desviaciones obtenidos son menores a los adultos.

Que en las primeras 48 horas de vida extrauterina el Fe Cl como promedio será 3, con un rango entre 2.3 a 4.5.

Consideramos que puede ser un índice fidedigno de suficiencia renal, junto con los otros valores en las primeras horas de vida extrauterina.

Se podría considerar éste estudio como base para la realización de estudios subsecuentes con la determinación del grupo de estudio para poder ser estadísticamente significativo para el resto de la población.

## DISCUSION Y COMENTARIOS

Existe aún discusión en la elección de un índice ideal para valorar la función renal, se han descrito muchos de éstos, sin embargo se describe como el de mayor seguridad el Fe Na, pero últimos reportes en la literatura describen el abuso en el empleo de éste, así como el reporte de un nuevo índice que se describe con mayor porcentaje de seguridad en cuanto a valor pronóstico, siendo éste el Fe Cl.

Se ha descrito el Fe Na como el índice más efectivo, no invasivo y rápido para el diagnóstico diferencial entre la oliguria funcional y la intrínseca, siendo un método sencillo que solamente requiere de la colección simultánea de orina y sangre para determinar las concentraciones de sodio y creatinina, sin utilizar o determinar el volumen urinario, pudiéndose realizar su determinación en cualquier momento, características de las que puede gozar también el Fe Cl.

Se encontró una relación inversa entre el Fe Na y las horas de vida extrauterina, lo cual pudiera estar relacionada con la fisiología normal del recién nacido, observándose las variaciones que existen en el período de adaptación de la intrauterina en la cual la placenta realiza múltiples funciones, a la vida extrauterina en la cual el riñón empieza a realizar todas sus funciones, alcanzando progresivamente las características de la vida adulta.

No se encontró una diferencia estadísticamente significativa de los valores obtenidos para el Fe Na en los recién nacidos obtenidos por eutocia o cesárea, a pesar de existir reportes de la literatura de la variación en los diferentes compartimientos de líquidos. (22)

Es importante señalar que la excreción urinaria de sodio puede estar influida por la ingesta o el aporte de sodio, el cual en el caso de los recién nacidos estudiados no fue valorado, debiendo considerar que el aporte de los diferentes elementos en la leche materna es la siguiente:

(20)	Leche materna	
Sodio	7 mEq/l	
Cloro	11 mEq/l	
Potasio	13 mEq/l	74 mEq/l
Magnesio	4 mg/100 ml	4 mg/100 ml

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Observádose una amplia diferencia entre el calostro y la fórmula materna, - encontrándose que ambos factores participaron en forma variable en el estudio.

La concentración de la fórmula maternizada es la siguiente:

(20)	Leche maternizada
Sodio	7.8 mEq/l
Cloro	14.1 mEq/l
Potasio	18.7 mEq/l

Existe también diferencia entre las tres fórmulas, y alterando también la - excreción urinaria de sodio en nuestro estudio.

Por otro lado no se han determinado aún valores para el índice de Fe Cl - en pediatría y poder determinar su uso en patologías. Las diferentes concentra- ciones de cloro en las diferentes fórmulas pudiera también estar afectando los re- sultados obtenidos.

Los resultados obtenidos podrían ser de utilidad para estudios posteriores, to mando en consideración la concentración electrolítica que presentan las diferentes fórmulas brindadas a los neonatos y de ésta manera poder determinar valores de Fe Cl en las diferentes etapas de adaptación a la vida extrauterina, para poste- riormente poderlo aplicar cuando existan estados patológicos, así como considerar su uso en recién nacidos pretérmino y postérmino.

Aún no se encuentran reportes en la literatura a nivel pediátrico sobre el - valor normal del Fe Cl en el neonato sano, por lo cual el presente estudio podrá ser una introducción para estudios posteriores.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Embriología humana  
Bradley M. Patten.  
Quinta edición 1976  
Editorial "El Ateneo"
  
- 2) Función renal en el feto y en el recién nacido.  
José Strauss y Cols.  
Boletín Médico del Hospital Infantil de México.  
Volumen 39 - Número 4.  
Abril 1982  
Páginas 243 - 252
  
- 3) Función renal en el neonato.  
Dr. J.P. Gugnard  
Clínica Pediátrica de Norteamérica  
Volumen 4.  
1982  
Páginas 753 - 766
  
- 4) The Fe Na Test. Use in the differential diagnosis of Acute Renal Failure.  
Carlos Hugo Espinel, M.D.  
JAMA  
Volumen 236 Número 6  
1976  
Páginas 579 - 581
  
- 5) Urinary Chloride Concentration in Acute Renal Failure  
Robert J. Anderson y Cols  
Mineral Electrolyte Metab  
Volumen 10  
1984  
Páginas 92 - 97

- 6) Insuficiencia Renal aguda en el neonato  
Dr. Sudhir K. Anand.  
Clínica pediátrica de Norteamérica  
Volumen 4  
1982  
Páginas 767 - 775
  
- 7) La insuficiencia renal en la etapa perinatal  
Naheed Rahman y Cols  
Clínicas de Perinatología  
Volumen 2  
1981  
Páginas 241 - 250
  
- 8) Manejo de líquidos y electrolitos en el neonato grave  
Dr. Enrique Udaeta Mora  
Revista de Perinatología. INPer.  
Número 5  
Septiembre - Octubre 1986.  
Páginas 10 - 18
  
- 9) Tópicos Selectos de Nefrología  
Dr. Gustavo Gordillo Paniagua  
1976  
Editorial: Nueva editorial Interamericana S.A. de C.V.  
Páginas 5 - 22.
  
- 10) Evaluación de la función e insuficiencia aguda renales en el neonato  
William D. Engle.  
Clínicas Pediátricas de Norteamérica  
Volumen 1  
1986  
Páginas 135 - 158
  
- 11) Tratamiento con líquidos y electrolitos en el neonato prematuro críticamente enfermo  
Adrew Costarino y Stephen Baumgart  
Clínicas Pediátricas de Norteamérica

Volumen I

1986

Páginas 159 - 186

- 12) Temas Selectos de Terapia Intensiva Pediátrica  
Carlos Olvera Hidalgo  
1987  
Páginas 169 - 191
  
- 13) Neonatal renal failure: Usefulness of diagnostic indices  
Mathew O.P. et al  
Pediatrics  
Volumen 65  
1980  
Páginas 57 - 60
  
- 14) La fracción excretada de sodio: su empleo en el diagnóstico diferencial de la insuficiencia renal aguda en el lactante deshidratado por diarrea.  
Simón A. Ojeda - Durán  
Boletín Médico del Hospital Infantil de México  
Volumen 41 Número 6  
1984  
Páginas 318 - 323
  
- 15) Indices de función renal en el diagnóstico diferencial entre oliguria funcional insuficiencia renal aguda en el niño recién nacido.  
Pedro de Saraqueta y Cols  
Boletín Médico del Hospital Infantil de México.  
Volumen 40 Número 10  
1983  
Páginas 566 - 570
  
- 16) Utilidad de la fracción de excreción de sodio filtrado (Fe Na) con el diagnóstico temprano de la insuficiencia renal aguda.  
Lifshitz G.A. y Cols  
Arch. Invest. Méd. ( mex )  
Volumen 11  
Páginas 315 - 321

1980

- 17) Fractional excretion of sodium. Exceptions to its diagnostic value  
Zarich S. et al.  
Arch Intern Med  
Volumen 145 Número 1  
1985  
Páginas 108 - 112
  
- 18) The Fe Na test is of no prognostic value in acute renal failure  
Pru C. Kjellstrand CM.  
Nephron  
Volumen 36 Número 1  
1984  
Páginas 20 - 23
  
- 19) Sodium Chloride and water transport in the medullary thick ascending limb  
of henle  
J. Clin Invest  
Número 52  
1973  
Páginas 612 - 623
  
- 20) Textbook of pediatrics  
Richard E. Behrman M.D.  
Víctor C. Vaughna III  
W.B. Sanders Company  
1983
  
- 21) Urgencias en pediatría  
Hospital Infantil de México  
1985
  
- 22) Effect of cesarian section of neonatal body waters spaces.  
George Cassady, M.D.  
The new england journal of medicine  
Volumen 285 - Número 16  
Páginas 887 - 891 Octubre 14, 1971.