



11237  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

169  
2ej

---

---

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL**

**LA FRACCION EXCRETADA DE SODIO EN EL RECIEN  
NACIDO DE PRETERMINO CRITICAMENTE ENFERMO  
Y SU CORRELACION CON LA FRACCION  
EXCRETADA DE POTASIO.**

**TESIS DE POSTGRADO  
QUE PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD DE**

**MEDICO PEDIATRA**

**PRESENTA:  
DRA. ARACELI VILLAGOMEZ CHAVEZ**

**MEDICO ASESOR:  
DR. CARLOS A. TAPIA ROMBO**



**FALLA DE ORIGEN**

**1995**



## **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.

**LA FRACCION EXCRETADA DE SODIO EN EL RECIEN NACIDO DE  
PRETERMINO CRITICAMENTE ENFERMO Y SU CORRELACION CON LA  
FRACCION EXCRETADA DE POTASIO.**

**INVESTIGADOR RESPONSABLE :**

**DR. CARLOS ANTONIO TAPIA ROMBO**

**Médico Pediatra adscrito al servicio de Neonatología  
del Hospital General Centro Médico "La Raza"**

**COLABORADORES:**

**DRA. ARACELI VILLAGOMEZ CHAVEZ**

**DR. JUAN MANUEL FERNANDEZ CELIS**

**DR. EDUARDO ALVAREZ VAZQUEZ**

**DR. ROBERTO HERNANDEZ DEHONOR**

**DR. PEDRO GARCIA RAMIREZ**

**Vo. Bo.**

---

**DR. CARLOS A. TAPIA ROMBO.**  
Asesor de tesis

**Vo. Bo.**

---

**DR. EMILIO ESCOBAR PICASSO**  
Jefe de enseñanza e investigación

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A MIS PADRES:**

**Por ser el motivo de mi existencia, por su amor, su confianza, por compartir conmigo mis anhelos y esperanzas, por ser todo para mí.**

### **A MIS HERMANOS:**

**Carmen, Sara, Elena, José Guadalupe, Virginia, Juanita y Javier. Por su apoyo constante durante toda mi vida. Por creer en mí.**

### **AL DR. CARLOS TAPIA ROMBO:**

**Por su desempeño en la Ciencia de la Medicina, por ser un digno ejemplo a seguir.**

## **INDICE.**

---

	<b>Página</b>
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>Material y métodos</b>	<b>6</b>
<b>Resultados</b>	<b>10</b>
<b>Gráficos</b>	<b>17</b>
<b>Discusión</b>	<b>36</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>39</b>
<b>Resumen</b>	<b>40</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>41</b>

---

MINISTERIO DE SALUD  
HOSPITAL GENERAL

MINISTERIO DE ECONOMÍA  
Y FINANZAS

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



## **INTRODUCCION**

El sodio (Na), como es sabido, es el principal catión extracelular, y sus funciones se relacionan con el mantenimiento del volúmen y osmolaridad de líquidos fuera de la célula; así mismo juega un papel fundamental en el equilibrio ácido base como amortiguador en su calidad de sodio óseo intercambiable (1).

Durante la vida fetal ocurren cambios importantes en la distribución de líquidos corporales y en la medida en que el feto es mayor, el líquido extracelular va disminuyendo con aumento del intracelular, y al llegar el nacimiento se elimina parte de ese líquido extracelular lo que se traduce en pérdida de peso (2).

Existen diferentes factores que intervienen en la regulación del sodio, tales como el volúmen del líquido extracelular, filtrado glomerular, mecanismo de renina-angiotensina-aldosterona, factores físicos (1), factor natriurético atrial (FNA) (3), inervación simpática renal (4,5), prostaglandinas, cortisol (2), y dopamina intrarrenal (6).

El FNA se descubrió hace aproximadamente 10 años, es un péptido contenido en las paredes de las aurículas en forma de gránulos y cuando se administra en forma de extracto causa aumento del flujo urinario, natriuresis y kaliuresis (7,8).

En etapas tempranas del desarrollo se ha visto que la FNA se produce también en ventrículos, cambiando su lugar de síntesis durante la maduración, siendo ella después únicamente a nivel auricular (9).

Estudios hechos en fetos humanos, han demostrado que incrementos en la presión intracardiaca, con distensión auricular subsecuente, estimulan la liberación de FNA (9). Situaciones como el síndrome de dificultad respiratoria (SDR) (10), asistencia ventilatoria (11), displasia broncopulmonar (11,12) también producen distensión auricular lo que favorecería mayor eliminación de sodio en este tipo de pacientes, sin embargo la filtración glomerular disminuida en el recién nacido (RN) de pretérmino con relación al de término (13), pueden amortiguar esa situación (7,14,15); es decir que la pérdida de sodio

no sea importante; aunque aparentemente el FNA parece ser más sensible a cambios de volúmen que a otras condiciones (8).

En un estudio que se hizo comparando el FNA entre RN de término sanos con RN de pretérmino, se encontró que el FNA se incrementó sustancialmente en los ventilados, sin que existiera correlación con la excreción de sodio y la fracción excretada de sodio (FENa) (7).

Para algunos autores el FNA elevado en los RN de pretérmino es compensatorio de la disminución de la filtración glomerular, característica propia de estos pacientes (12). En otro estudio hecho en RN enfermos de menos de 1,200 gramos de peso al nacimiento de 30 semanas o menos de edad gestacional, mostró que el balance de sodio al tercer día de vida extrauterina era negativo a pesar de tener ingresos altos de ese ión, hasta de 7.5 mEq/Kg/día y en los mayores de esa edad el balance de sodio siempre fue positivo (16), situación explicada por algunos autores como insensibilidad del túbulo distal a la acción de la aldosterona (15,17,18).

El potasio (K), por otro lado es el principal catión intracelular con una concentración en el líquido extracelular que varía de 3.5 a 5.1 mEq/l (1), pudiendo llegar en el RN de pretérmino hasta 7 inclusive (2,3), situación dada principalmente por la disminución de la filtración glomerular propia de estos pacientes (4), y por la insensibilidad que tiene a la aldosterona el RN de pretérmino (4-6).

Es conocido que el K no solamente es importante para mantener la tonicidad de los líquidos intracelulares sino que también interviene en diferentes funciones celulares tales como en la síntesis y metabolismo protéico, metabolismo de glúcidos, principalmente a nivel de la síntesis de glucógeno; en los procesos de oxidación y reducción y en la formación de ATP y ADP (1).

El equilibrio del K se puede ver modificado por múltiples circunstancias, entre ellas tenemos pH intra o extracelular, crecimiento y desintegración celulares, filtración glomerular, cantidad de sodio filtrado a nivel distal actividad del sistema renina.

angiotensina-aldosterona (1), aunque es aceptado que los cambios del equilibrio del K en la etapa neonatal se presentan poco, a menos de que esté afectada la función renal (7).

Diferentes estudios hechos en RN de pretérmino con respecto a la excreción de K han mostrado que existen inmadurez tubular para manejo de iones con respecto a otras edades (7-9).

Existen diferentes pruebas para medir el funcionamiento renal (19,20), pero una de las más utilizadas por su confiabilidad es la FENa, que representa el porcentaje de sodio filtrado hacia la orina es decir nos muestra el equilibrio glomérulo-tubular (21). La fórmula para calcularla es la siguiente (19,20) :

$$FENa = \frac{Na \text{ urinario} / Na \text{ sérico}}{Cr \text{ urinaria} / Cr \text{ sérica}} \times 100 = \text{porcentaje}$$

Cr = creatinina      Na = sodio

De lo anterior se entiende que se trata del resultado de la división del sodio urinario entre el sérico que a su vez se divide por el resultado del cociente entre la creatinina urinaria por la sérica y ese resultado global se multiplica por 100, lo que nos da un porcentaje.

Existen controversias en cuanto a los valores normales de la FENa en el RN de pretérmino; algunos autores la colocan como máximo normal hasta 2% (18,22,23), otros entre 2.5 a 3 % (20,24,25), varios entre 5 a 7.5% (26-30), y cuando son RN menores de 1000 gramos la marcan como máximo normal hasta 15% (31,32), por arriba de los valores mencionados se catalogan como insuficiencia renal; siendo la mayoría de los RN de pretérmino estudiados sanos.

En un estudio que se hizo en este Centro Médico "La Raza" después de revisar 110 RN de pretérmino, sanos y con patología no renal, no ventilados del servicio de Neonatología (del Hospital General) y de prematuros del Hospital de Gineco-Obstetricia No. 3 se encontró como valor máximo normal de la FENa hasta 3% (33).

Otras pruebas que han tratado de medir la función renal es la fracción excretada de K (FEK), fórmula que tiene el mismo principio básico que la FENa, en donde es necesario cambiar únicamente el numerador por U/P de K, quedando así la fórmula:

$$FEK = \frac{K \text{ urinario} / K \text{ sérico}}{Cr \text{ urinaria} / Cr \text{ sérica}} \times 100 = \text{porcentaje}$$

Cr = creatinina      K = potasio

Es poco lo que existe en la literatura con respecto a la FEK, sin embargo se han hecho mediciones en diferentes edades, encontrándose valores que varían desde 8.5 +/- 3.8 hasta 16.2 +/- 8.2%, sin que se especifique si esos valores incluyeron también a RN de pretérmino (9).

Otros estudios hechos en adultos y en niños, ambos con insuficiencia renal aguda, mostraron valores de FEK por arriba de 50% (34) en los primeros y por arriba de 100% (35) en los segundos, sin que se hayan incluido a RN de pretérmino; este último estudio mostró una correlación positiva entre la FENa y la FEK.

La forma más sencilla para estudiar la función glomerular es la medición de la creatinina sérica que para algunos autores en el RN es el reflejo fiel de la materna (36,37), aunque otros opinan lo contrario (38,39), pero se acepta en general que la creatinina sérica puede ser modificada por distintos factores como la ventilación mecánica, bilirrubinas, cetonas (37,39).

En general se acepta como valor máximo normal de la creatinina sérica en el RN de pretérmino y de término hasta 1.5 mg/dl (40,41). Cuando los pacientes están ventilados (RN de pretérmino), pueden alcanzar valores máximos normales hasta 1.8 mg/dl (39).

En el servicio de Neonatología del Hospital General Centro Médico "La Raza" (HG CMR) se considera como valor máximo normal de creatinina sérica en el RN de pretérmino hasta 1.5 mg/dl.

**El objetivo del presente trabajo fue determinar la FENa en RN de pretérmino críticamente enfermo del servicio de Neonatología del HG CMR y buscar su posible correlación con la FEK, debido a que estas pruebas han sido poco estudiadas en RN de estas características; y es conocido que ellas son complemento importante para evaluar la función renal en diferentes edades; aunque la FEK ha sido poco estudiada.**

**Nuestra hipótesis de trabajo fué: que la FEK se correlaciona con la FENa positivamente y por lo tanto podría ser una prueba más para evaluar la función renal en el prematuro críticamente enfermo.**

## **MATERIAL Y METODOS**

Se revisaron 60 RN prematuros críticamente enfermos, de marzo a diciembre de 1994, que habían ingresado al área de Terapia Intensiva Neonatal del servicio de Neonatología del HG CMR, se excluyeron 10; 26 fueron del sexo masculino (52%) y 24 del sexo femenino (48%) (Figura 1).

El presente trabajo no violó las declaraciones de Helsinki de 1964 ni en sus modificaciones para la investigación en seres humanos.

### **Los criterios de inclusión fueron:**

- RN de pretérmino (de 28 a 36 semanas de edad gestacional), de 0 a 28 días de vida extrauterina que ingresaron al servicio de Neonatología del HG CMR, dentro del área de Terapia Intensiva Neonatal, todos críticamente enfermos.
- Aceptación por los familiares.

### **Los criterios de no inclusión fueron:**

- La no aceptación de los familiares.

### **Criterios de exclusión:**

- Pacientes en los cuales no pueda ser completada su hoja de vaciamiento de datos (cuadro 1), por muestra hemolizada, insuficiente cantidad en la extracción de la sangre, mal procesamiento de ella, etc.

Se consideró RN de pretérmino críticamente enfermo al paciente con edad gestacional entre 28 y 36 semanas y con una edad extrauterina de 0 a 28 días y que ameritara cuidados intensivos neonatales por insuficiencias de uno o más aparatos y sistemas tales como: insuficiencia respiratoria grave, insuficiencia cardíaca, insuficiencia renal aguda,

procesos infecciosos severos, etc. ameritando la mayoría de ellos asistencia ventilatoria, antibióticos, y soluciones parenterales etc.

**Metodología:**

Para el estudio se tomaron dos tipos de muestras, de orina y sangre para análisis de creatinina sérica, creatinina urinaria, electrólitos séricos y electrólitos urinarios.

**Método para el análisis de creatinina sérica.-**

Se extrajeron 2 ml de sangre de la vena o arteria femoral previa antisepsia de la región inguinal derecha o izquierda que se colocaron en un tubo de ensaye y se procesaron en el laboratorio de análisis clínicos del HG CMR. De dicha muestra se obtuvieron suero o plasma y se analizaron por medio de la técnica de Jaffe.

La técnica de Jaffe se fundamenta en que el picrato en solución alcalina dá una coloración rojiza al ponerse en contacto con la creatinina y la intensidad de dicho color será proporcional a la concentración de ella. El análisis se hace por automatización a través del autoanalizador bicromático "Abbot" VP (verificación programada), de 2 longitudes de onda.

**Método para el análisis de creatinina urinaria.-**

Se recolectaron 2 ml de orina en bolsa colectora de orina durante la última parte del turno nocturno y las primeras 2 hrs. del matutino, que se enviaron al laboratorio y fueron analizados por la técnica de Jaffe ya comentada y en el mismo aparato en donde se analizó la creatinina sérica.

**Método para el análisis del sodio sérico.-**

Con parte del suero tomado para la creatinina sérica se cuantificó este ión.

El sodio se cuantificó a través del método de flamometría (fotometría de llama por emisión) y su fundamento se basa en que una solución con un ión metálico al nebulizarse en una llama incolora va a liberar una diferencia de energía como luz, la que será directamente proporcional a la concentración de él, en este caso sodio. Se procesó en el aparato "Instrumentation Laboratory" modelo 343 de patrón interno.

**Método para el análisis de sodio en orina.-**

De una parte de la orina tomada para el análisis de la creatinina urinaria se analizó el sodio urinario. Se utilizó la misma técnica, fundamento y aparato empleado para el análisis del sodio sérico.

**Método para el análisis de potasio sérico.-**

Tiene el mismo fundamento y técnica que la utilizada para el sodio sérico, además se realizó en el mismo aparato.

**Método para el análisis del potasio urinario.-**

Sigue el mismo proceso que el sodio urinario y también se realiza en el mismo aparato.

Las muestras de sangre y orina se tomaron casi en forma simultánea para que los elementos estudiados guarden mayor relación entre sí.

Se utilizó la estadística descriptiva por medio de la media y desviación estandard, etc. y la inferencial a través de la U de Mann-Whitney, análisis de varianza y la r de correlación de Spearman; se marcó como zona de significancia cuando la p era menor de 0.05. Para el análisis estadístico se utilizó el programa "True Epistat" (Tracy L. Gustafson, MD, 1987) de estadística para PC (computadora personal).

En una hoja especial (cuadro 1), se vaciaron los resultados obtenidos.



## C U A D R O 1

HOJA DE RECOLECCION DE DATOS DE LOS PACIENTES QUE ENTRARON AL ESTUDIO  
 " LA FRACCION EXCRETADA DE SODIO EN EL RECIEN NACIDO DE PRETERMINO  
 CRITICAMENTE ENFERMO Y SU CORRELACION CON LA FRACCION EXCRETADA DE  
 POTASIO " .

NOMBRE \_\_\_\_\_ CEDULA \_\_\_\_\_ CAMA \_\_\_\_\_

FECHA DE NACIMIENTO \_\_\_\_\_ EDAD GESTACIONAL \_\_\_\_\_

PESO AL NACIMIENTO \_\_\_\_\_ SEXO \_\_\_\_\_ APGAR \_\_\_\_\_

SILVERMAN \_\_\_\_\_ PADECIMIENTOS MOTIVO DE SU INGRESO \_\_\_\_\_

PADECIMIENTOS ASOCIADOS EN EL MOMENTO DE LA TOMA DE LAS MUESTRAS \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ EDAD \_\_\_\_\_

VENTILACION MECANICA (DIAS) \_\_\_\_\_ AMINOGLUCOSIDOS ( NUM.

DE DOSIS Y NOMBRE ) \_\_\_\_\_

DIURETICOS ( NOMBRES Y NUM. DE DOSIS ) \_\_\_\_\_

AMINOFILINA ( NUM. DE DOSIS ) \_\_\_\_\_

DIAS DE ESTANCIA \_\_\_\_\_ SERVICIO NEONATOLOGIA HG CMR \_\_\_\_\_

FECHA EN QUE SE TOMAN LOS PRODUCTOS \_\_\_\_\_ Na URINARIO \_\_\_\_\_

Na SERICO \_\_\_\_\_ K URINARIO \_\_\_\_\_ K SERICO \_\_\_\_\_

CREATININA URINARIA \_\_\_\_\_ CREATININA SERICA \_\_\_\_\_

VALOR DE LA FENA \_\_\_\_\_ VALOR DE LA FEK \_\_\_\_\_

HOSPITAL GENERAL CENTRO MEDICO LA RAZA.

## RESULTADOS:

El peso al nacimiento varió de 575 a 2,450 , con un promedio de 1,646 +/- 456, y una moda de 1,600 gramos. Figura 2.

La edad gestacional fué de 25 a 36, con un promedio de 32.8 +/- 2.4 y una moda de 32 semanas. Figura 3.

La vida extrauterina varió de 1 a 26, con un promedio de 7.4 +/- 6.1 y una moda de 3 días. Figura 4.

El sodio urinario fue de 3 a 151, con un promedio de 52.4 +/- 36.2, con una moda menor de 20 mEq / l. El sérico varió de 124 a 173, con un promedio de 141.4 +/- 8.5, y una moda de 132 mEq / l. Figura 5 y 6.

El potasio urinario tuvo una variación de 1.4 a 135.7, con un promedio de 24.9 +/- 19.9, y una moda menor de 40 mEq / l. En tres pacientes estaba por arriba de 100 mEq / l y en 15 por arriba de 60 mEq / l. El sérico osciló de 3.7 a 8.8, con un promedio de 5.21 +/- 1.26 y una moda entre 4 a 5 mEq / l. Figuras 7 y 8.

La creatinina urinaria varió de 4.3 a 58.8, con un promedio de 20.5 +/- 11.8 mg /dl. La sérica de 0.2 a 3.7 con un promedio de 0.89 +/- 0.56, y una moda de hasta 1 mg/dl. Figuras 9 y 10.

La FENa osciló de 0.03 a 26.91, con un promedio de 2.78 +/- 4.36, y una moda menor de 1%. Figura 11.

La FEK varió de 1.25 a 126.13 con un promedio de 24.5 +/- 22.61, y una moda entre 10 y 20%. Solo en 2 casos estaba por arriba de 82% (figura 12) mismos en donde la FENa estuvo por arriba del 3%. Pero hubieron varios casos en donde la FENa estaba por arriba del 3% y con FEK menor de 82%, inclusive por debajo del 50% en algunos de ellos; sin embargo en ninguno de ellos la FENa estaba por arriba del 9%.

El volúmen urinario fué de 0.1 a 7, con un promedio de 3.1 +/- 1.44, con una moda de 3 ml por kilogramo de peso por hora. Figura 13.

Del total de pacientes 44 estaban asistidos a la ventilación en el momento de la toma de las muestras, habiendo una variación de 1 a 25 con un promedio de 5.4 +/- 5, y una moda de 3 días.

Existió correlación significativa entre la FENa y la FEK con una  $r$  de Spearman de 0.61 y una  $p < 0.0001$ .

Cuando se compararon los RN de 33 semanas o menos ( $n=29$ ) y 34 semanas o más ( $n=21$ ) si se encontró diferencia con una  $U$  de 435 y una  $p$  de 0.003 para la FENa e igualmente también hubo diferencia significativa para la FEK con una  $U$  de 383 y una  $p$  de 0.05. Figuras 15 y 16.

Cuando se compararon RN de 30 semanas o menos ( $n = 10$ ) y más de esa edad gestacional ( $n = 40$ ) igualmente se encontró diferencia significativa para la FENa con una  $U$  de 305 y una  $p$  de 0.01, pero no se encontró diferencia para la FEK con una  $U$  de 252 y una  $p$  de 0.07. Figuras 17 y 18.

Se compararon también RN ventilados ( $n = 44$ ) y no ventilados ( $n = 6$ ) para la FENa y la FEK sin encontrarse diferencia significativa, también se compararon los mismos grupos de pacientes excluyendo los que tenían falla renal sin encontrar tampoco diferencia significativa.

La patología principal en el momento de la toma de las muestras de los prematuros que ingresaron al área de Terapia Intensiva Neonatal (Servicio de Neonatología) se puede apreciar en el cuadro 2.

Del total de RN estudiados fallecieron 9 pacientes (18%), las causas de la muerte se pueden apreciar en el cuadro 3.

La concentración de datos de todos los pacientes se puede apreciar en el cuadro 4.

## C U A D R O 2

RELACION DE LOS DIAGNOSTICOS EN EL MOMENTO DE LA TOMA DE LAS MUES -  
 TRAS DE 50 RN DE PRETERMINO CRITICAMENTE ENFERMOS DEL SERVICIO DE  
 NEONATOLOGIA DEL HG CMR.

1. SDR .....	23
2. Neumonía .....	4
3. Probable septicemia .....	3
3. Insuficiencia renal aguda .....	3
4. Postoperado de gastrosquisis .....	2
5. Síndrome de mala adaptación pulmonar .....	2
6. Apneas .....	1
7. ECN estadio IIA .....	1
8. Inmadurez pulmonar .....	1
9. Atresia intestinal .....	1
10. Atresia esofágica tipo III .....	1
11. Gastrosquisis .....	1
12. Postoperado de plastia diafragmática .....	1
13. Neumotórax .....	1
14. Displasia broncopulmonar .....	1
15. Taponamiento cardiaco .....	1
16. PCA descompensado .....	1
17. Meningoencefalitis bacteriana .....	1
18. Hidrocefalia cong.con probable malformación renal y cardiaca..1	

RN: recién nacido, HG CMR: Hospital General Centro Médico " La Raza " ,  
 SDR: síndrome de dificultad respiratoria, ECN:enterocolitis necrosante,  
 PCA: persistencia del conducto arterioso, cong.: congénita .

## C U A D R O 3

-----  
 CAUSAS DE MUERTE DEL GRUPO DE RN DE PRETERMINO ESTUDIADO EN EL AREA DE  
 TERAPIA INTENSIVA NEONATAL, DEL SERVICIO DE NEONATOLOGIA DEL HG CMR  
 -----

1. Insuficiencia renal aguda .....	2
2. Prematurez extrema .....	2
2. Perforación intestinal secundario a ECN .....	1
3. SDR severo .....	1
4. Choque séptico .....	1
5. Candiiasis sistémica .....	1
6. Hemorragia pulmonar .....	1

-----  
 HG CMR: Hospital General Centro Médico " La Raza ", ECN: enterocolitis  
 necrosante, SDR: síndrome de dificultad respiratoria.  
 -----

**CUADRO 4**  
**HOJA DE CONCENTRACION DE RESULTADOS DE LOS 50 RN DE PRETERMINO**  
**CRITICAMENTE ENFERMOS**

NO.DE C.	PESO NAC.	EDAD GES.	VENT MEC	AMINOGL.	DIURET.	UHK	FEN <sub>a</sub>	FEK
1	1600	33	Si	Si	Si	3	2.36	18.2
2	1275	31	Si	Si	No	3	0.81	26.3
3	1475	34	Si	No	No	3	0.35	3.5
4	2250	35.5	Si	Si	No	3	0.19	3.8
5	1350	33.5	Si	Si	No	3	0.13	19.1
6	1890	35	Si	Si	No	3	0.4	5.86
7	1300	30	Si	Si	Si	0.1	8.5	17
8	1100	30.5	Si	Si	Si	3	0.57	3.57
9	1775	35	Si	Si	Si	3	0.47	19.7
10	1380	31	Si	Si	No	3	0.92	13.02
11	1500	32	Si	Si	No	1.7	3.89	38.53
12	1700	32	Si	No	No	3	0.39	2.31
13	1050	30.5	Si	Si	No	3	1.95	9.34
14	2340	35	Si	No	No	3	2.15	22.18
15	1210	31	Si	Si	No	2.9	3.67	23.2
16	1900	33.5	No	Si	No	3	0.03	1.25
17	1750	35	Si	No	Si	2.4	0.9	9.46
18	2050	34	Si	No	Si	3	0.15	2.38
19	1310	30.5	Si	Si	No	3.4	8.87	50.92
20	2370	34	Si	No	No	3.2	0.41	7.28
21	2350	35.5	Si	Si	No	4.5	0.92	15.67

22	1600	32.5	Si	No	Si	4	2.35	47.18
23	1550	34.5	No	Si	No	2.5	2.96	35.37
24	1650	33.5	No	Si	No	2.6	1.23	3.16
25	1650	32.5	Si	Si	No	6	5.99	47.19
26	2200	34	Si	Si	Si	4	0.82	3.53
27	1150	28.5	No	Si	No	5.6	3.8	18.04
28	1950	33	Si	Si	No	3.6	2.79	34.49
29	1850	32	Si	Si	No	5	8.29	16.51
30	755	28	Si	No	No	7	9.13	97.12
31	1900	36	Si	No	No	2.1	0.2	21.25
32	1040	29	Si	Si	No	7	1.06	38.39
33	2450	34.5	Si	Si	No	3.4	1.8	24.54
34	1900	36	Si	Si	No	2.4	0.16	16.55
35	2050	36	Si	Si	No	1.4	0.22	18.77
36	1500	33.5	Si	Si	Si	7	5.96	24.78
37	1350	31	Si	Si	No	3.5	0.42	19.25
38	575	25	Si	Si	Si	2.2	26.91	126.13
39	1900	32	No	Si	No	1.2	8.75	39.53
40	1500	33.5	Si	Si	Si	2.1	6.01	24.78
41	2000	34	Si	Si	No	1.9	2.48	14.4
42	1850	34	Si	No	No	1.7	0.41	19.23
43	1000	32	Si	No	No	2.6	0.47	31.27
44	1510	36	Si	No	No	3	1.25	23.98
45	2100	34	Si	No	No	1.8	1.21	22.22
46	1450	30	Si	No	No	0.9	1.12	16

47	1080	32	Si	No	No	3.1	0.31	11.57
48	2400	36	Si	Si	No	2.1	0.89	29.23
49	1150	30	No	No	No	4	1.84	40.59
50	2340	35	Si	No	No	3.8	2.26	52.05

---

**NO. DE C.:** número de caso, **PESO NAC.:** peso al nacimiento (gramos), **EDAD GES.:** edad gestacional (semanas),  
**VENT MEC.:** ventilación mecánica, **AMINOGL.:** aminoglucósidos, **DIURET.:** diurético, **UHK:** uretis horaria por  
**kilogramo (mililitros), FENa:** fracción excretada de sodio (%), **FEK:** fracción excretada de potasio (%).

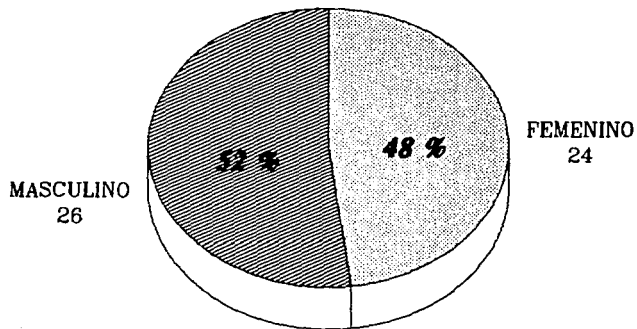
---



## GRÁFICAS

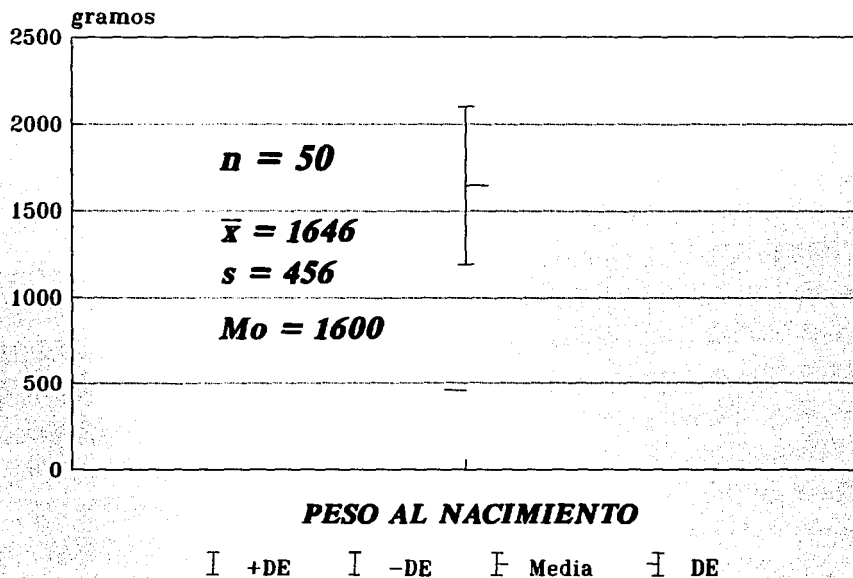
**LA FENa EN EL RN DE PRETERMINO CRITICAMENTE ENFERMO Y SU CORRELACION CON LA FEK**

**SEXO**



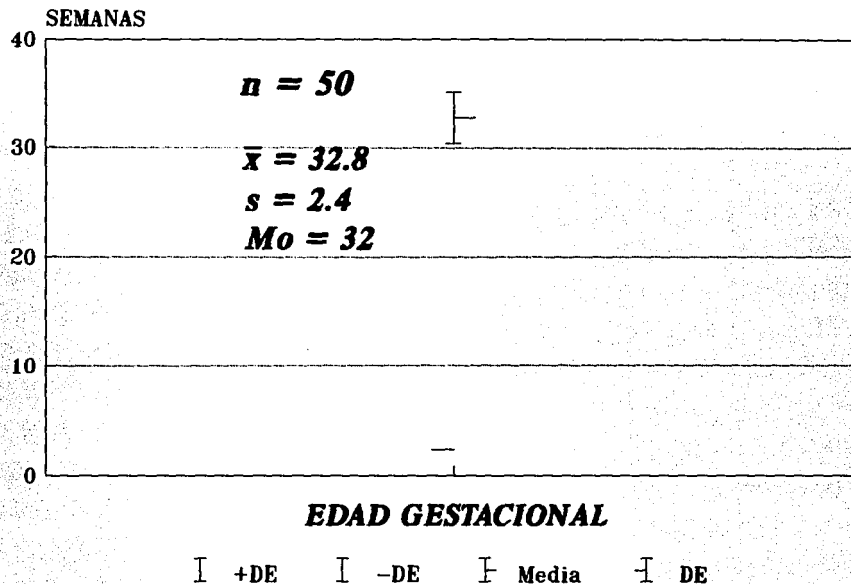
**Fig. 1**

**LA FENa EN EL RN DE PRETERMINO CRITICAMENTE ENFERMO Y SU CORRELACION CON LA FEK**



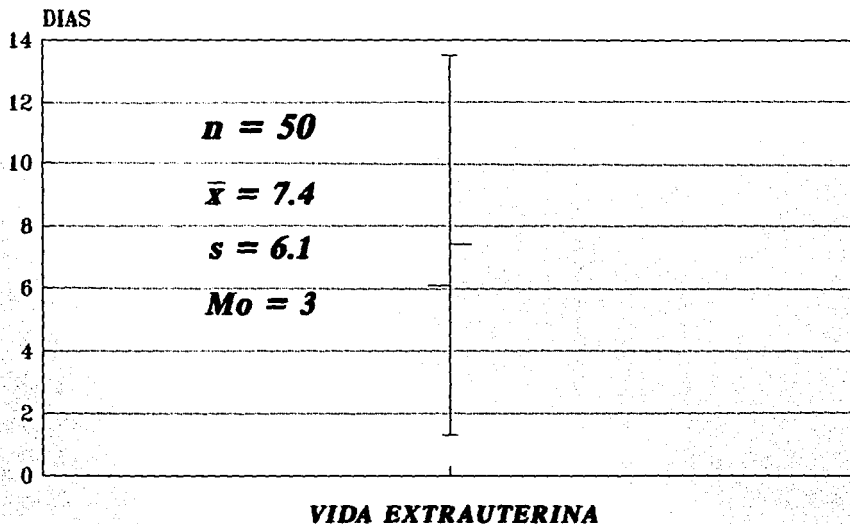
**Fig. 2**

**LA FENa EN EL RN DE PRETERMINO CRITICAMENTE ENFERMO Y SU CORRELACION CON LA FEK**



**Fig. 3**

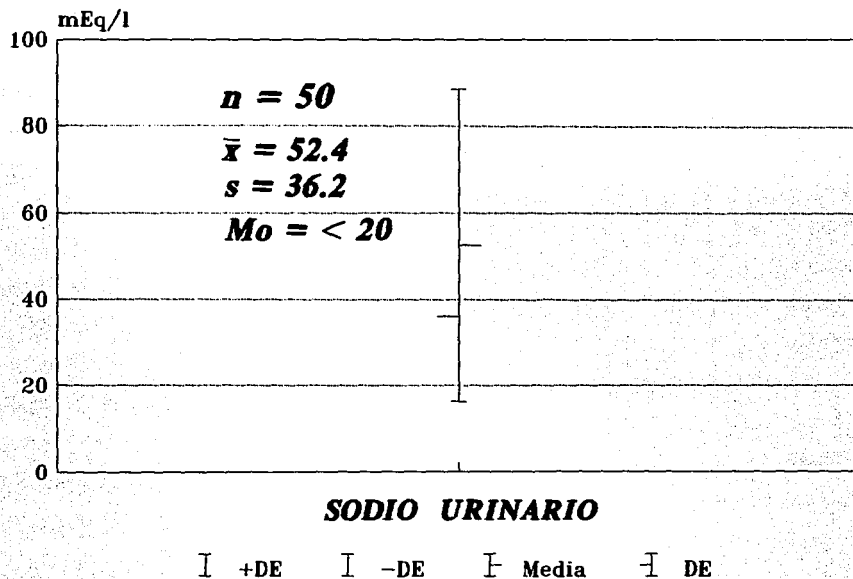
# LA FENa EN EL RN DE PRETERMINO CRITICAMENTE ENFERMO Y SU CORRELACION CON LA FEK



I +DE    I -DE    F Media    I DE

Fig. 4

# LA FENa EN EL RN DE PRETERMINO CRITICAMENTE ENFERMO Y SU CORRELACION CON LA FEK



**Fig. 5**

## LA FENa EN EL RN DE PRETERMINO CRITICAMENTE ENFERMO Y SU CORRELACION CON LA FEK

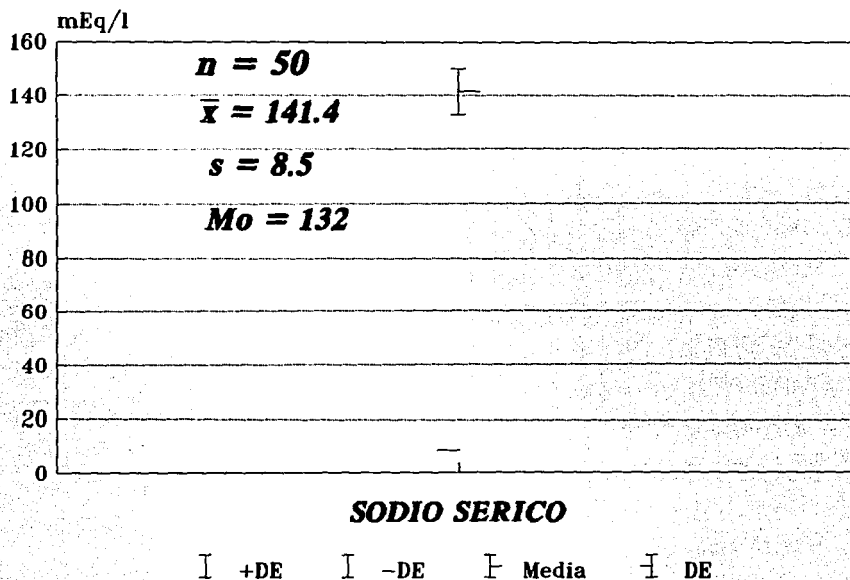
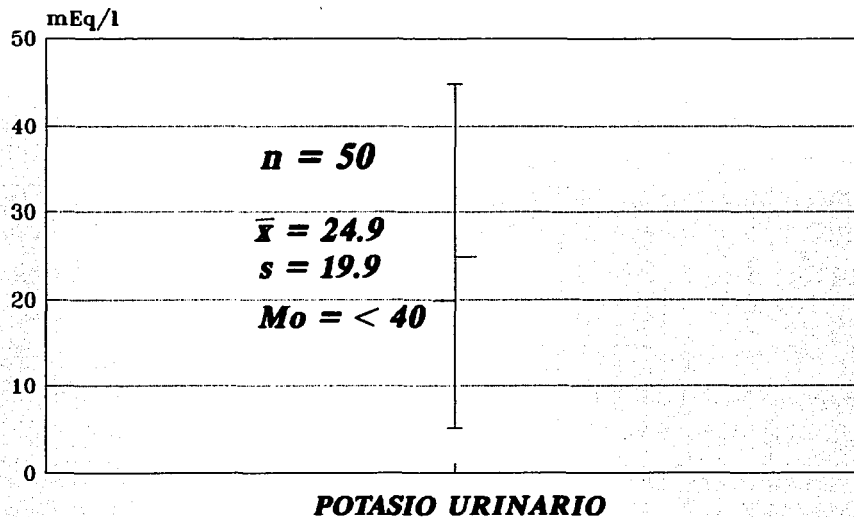


Fig. 6

## LA FENa EN EL RN DE PRETERMINO CRITICAMENTE ENFERMO Y SU CORRELACION CON LA FEK

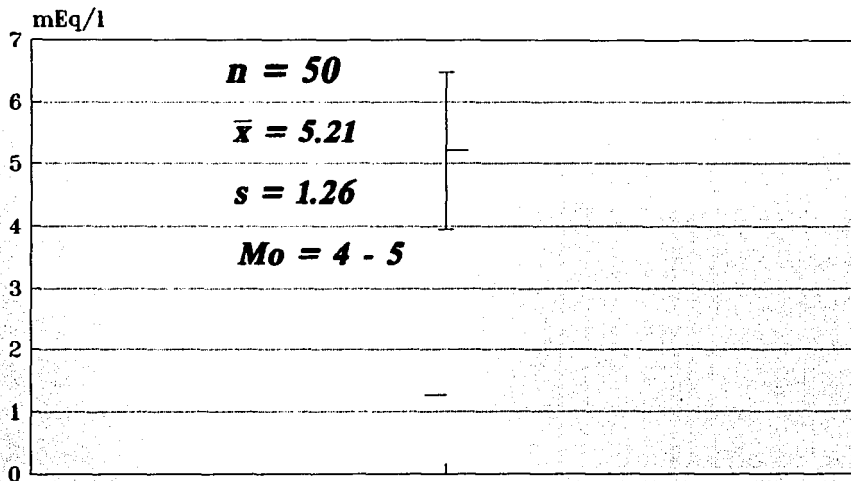


I +DE    I -DE    I Media    I DE

Fig. 7



**LA FENa EN EL RN DE PRETERMINO CRITICAMENTE ENFERMO Y SU CORRELACION CON LA FEK**

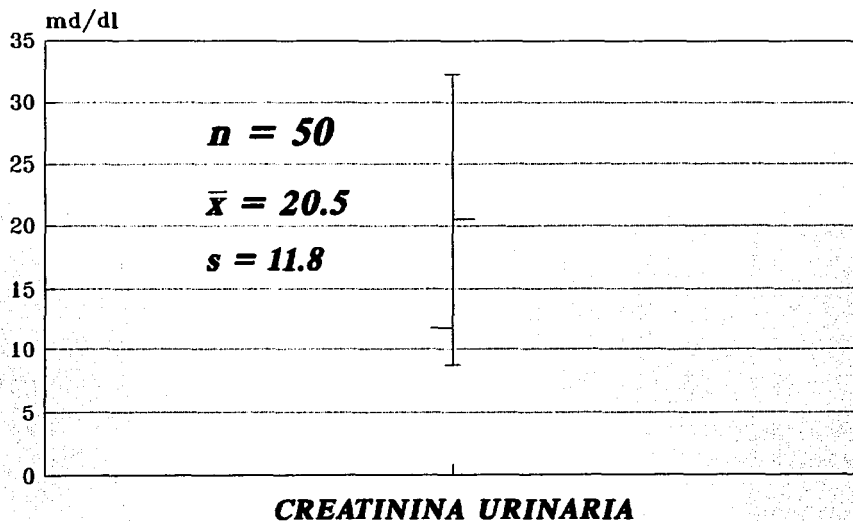


**POTASIO SERICO**

I +DE    I -DE    I Media    I DE

**Fig. 8**

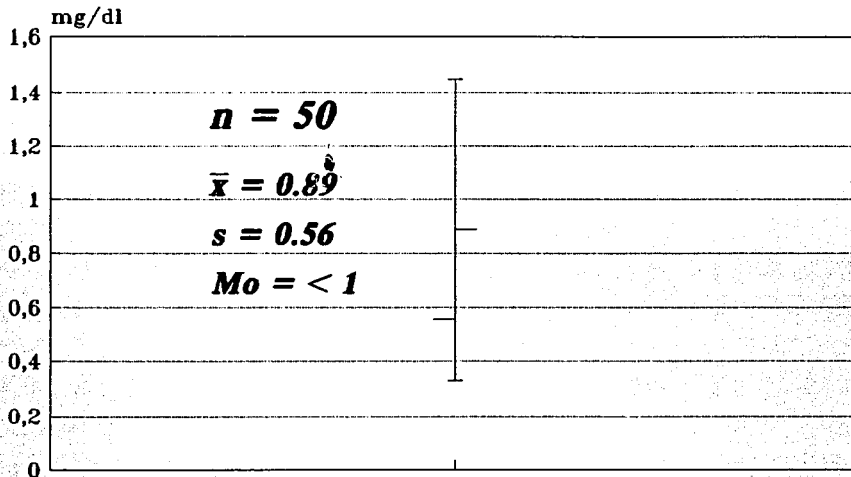
# LA FENa EN EL RN DE PRETERMINO CRITICAMENTE ENFERMO Y SU CORRELACION CON LA FEK



I +DE    I -DE    I Media    I DE

**Fig. 9**

# LA FENa EN EL RN DE PRETERMINO CRITICAMENTE ENFERMO Y SU CORRELACION CON LA FEK

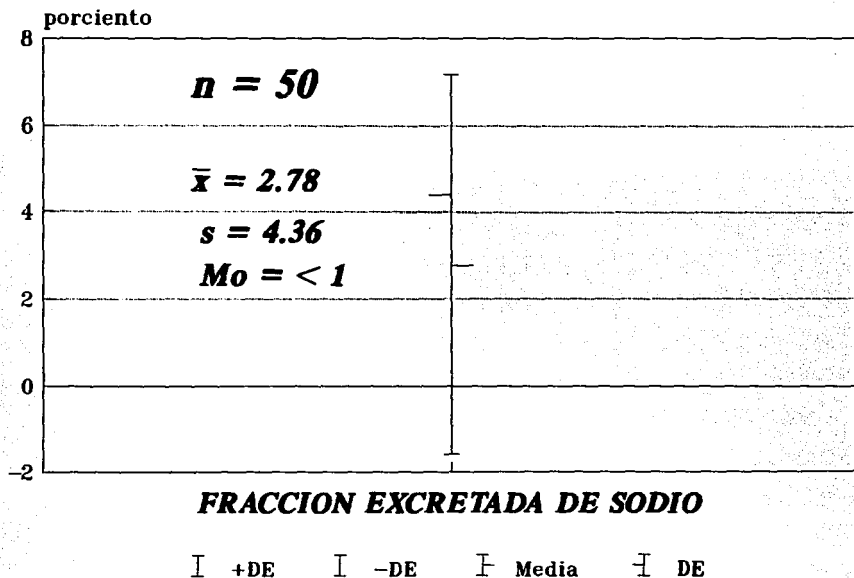


**CREATININA SERICA**

I +DE    I -DE    I Media    I DE

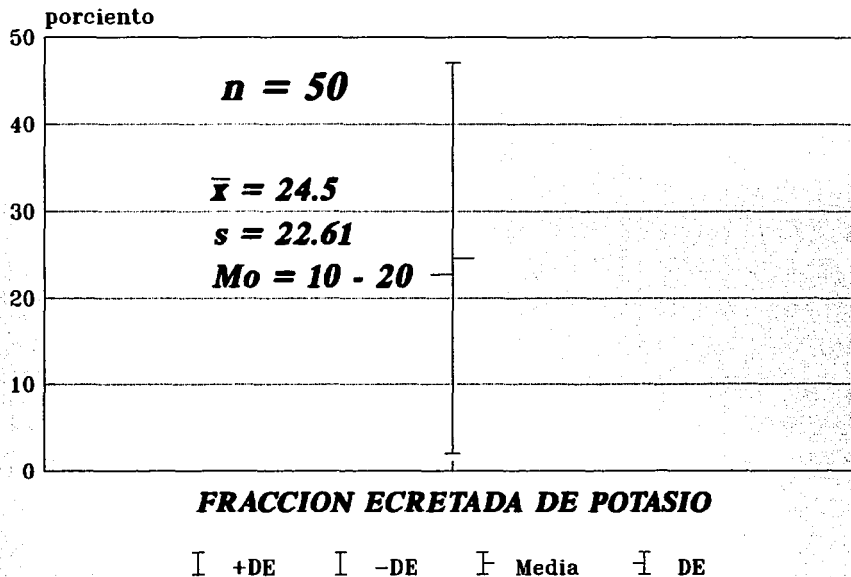
**Fig. 10**

# LA FENa EN EL RN DE PRETERMINO CRITICAMENTE ENFERMO Y SU CORRELACION CON LA FEK



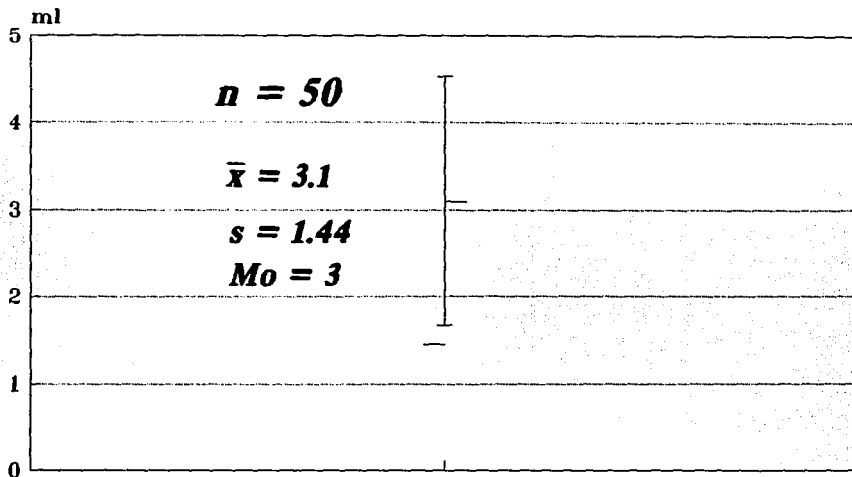
**Fig. 11**

# **LA FENa EN EL RN DE PRETERMINO CRITICAMENTE ENFERMO Y SU CORRELACION CON LA FEK**



**Fig. 12**

## LA FENa EN EL RN DE PRETERMINO CRITICAMENTE ENFERMO Y SU CORRELACION CON LA FEK

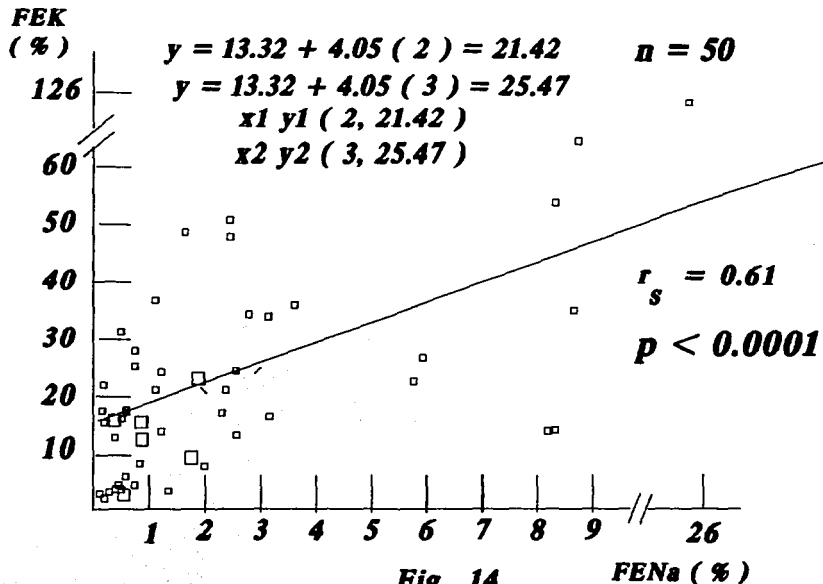


VOLUMEN URINARIO ( POR KILOGRAMO DE PESO POR HORA )

I +DE    I -DE    I Media    I DE

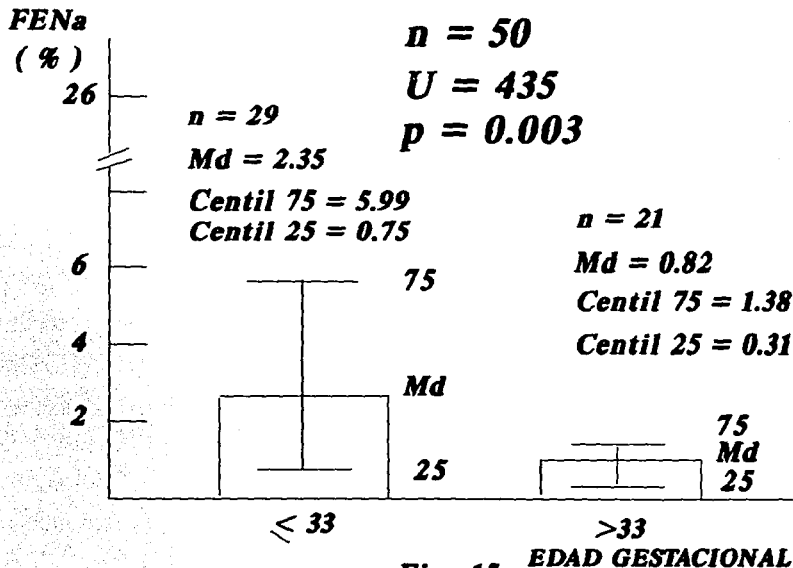
Fig. 13

**CORRELACION DE LA FENa Y LA FEK EN EL RN DE  
PRETERMINO CRITICAMENTE ENFERMO**



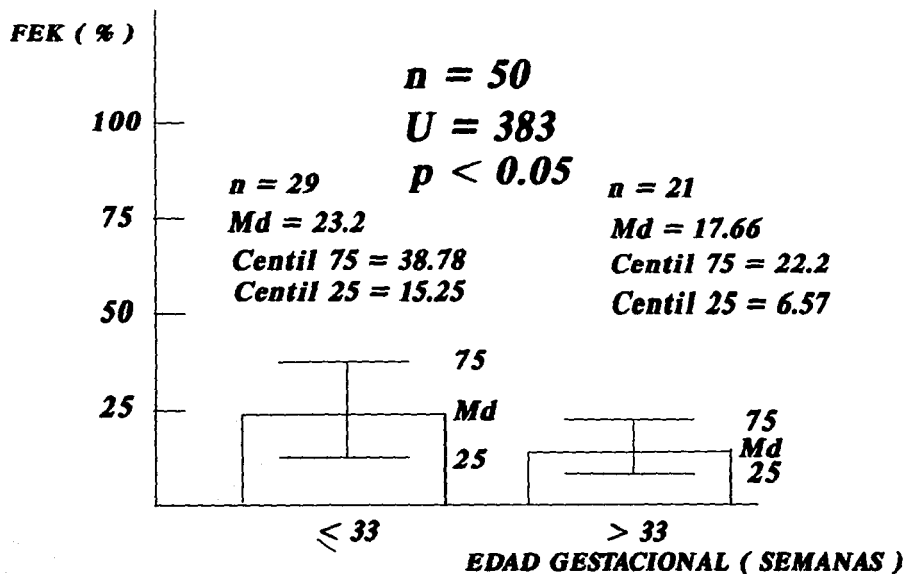
**Fig. 14**

**COMPARACION DE LA FENa EN EL RN DE PRETERMINO  
CRITICAMENTE ENFERMO DE ACUERDO A LA EDAD GESTACIONAL**



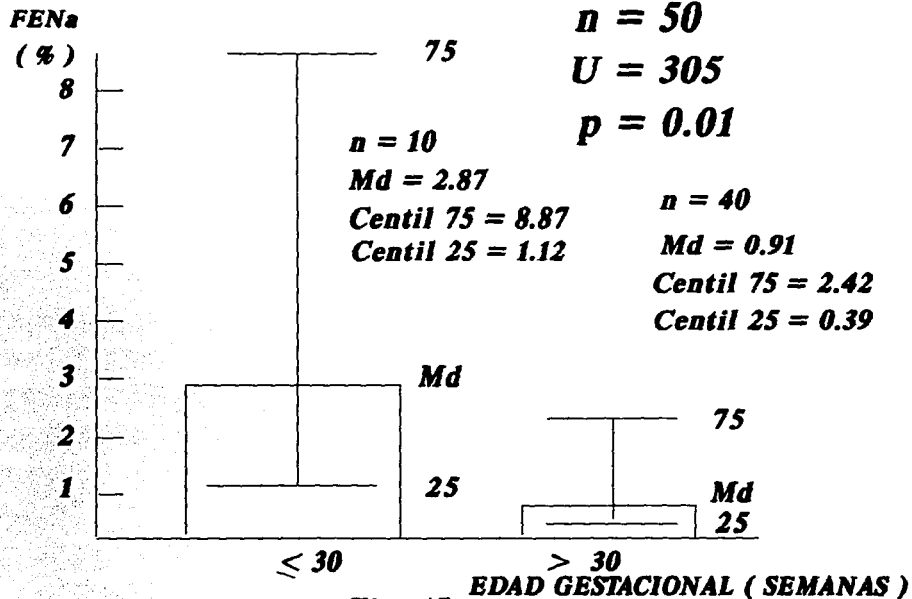


**COMPARACION DE LA FEK EN EL RN DE PRETERMINO  
CRITICAMENTE ENFERMO DE ACUERDO A LA EDAD GESTACIONAL**

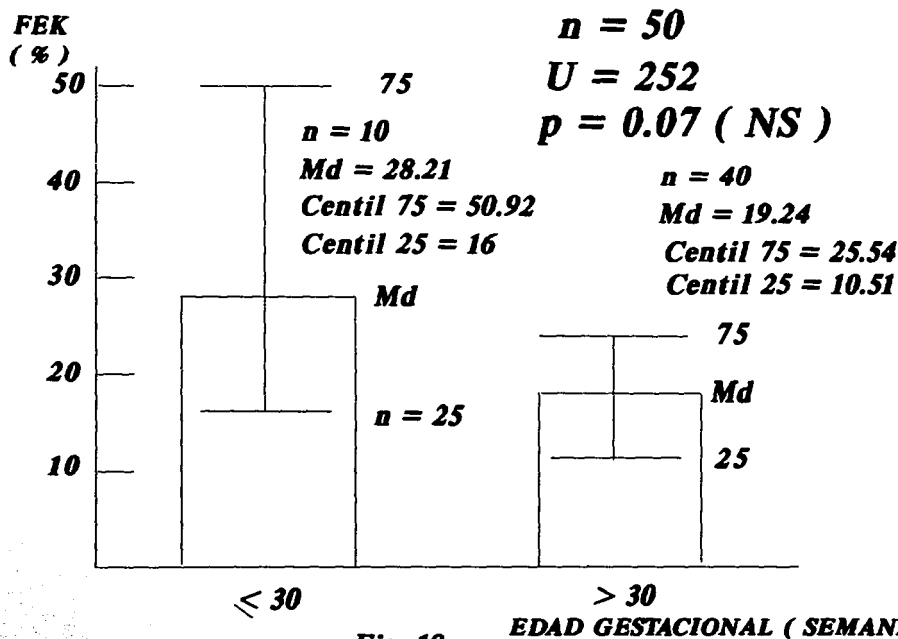


**Fig. 16**

**COMPARACION DE LA FENa EN EL RN DE PRETERMINO  
CRITICAMENTE ENFERMO DE ACUERDO A LA EDAD GESTACIONAL**



**COMPARACION DE LA FEK EN EL RN DE PRETERMINO  
CRITICAMENTE ENFERMO DE ACUERDO A LA EDAD GESTACIONAL**



## **DISCUSION.**

En este trabajo de investigación prospectivo, observacional, transversal puede apreciarse la variabilidad que existe de la FENa en el RN de pretérmino críticamente enfermo, tendiendo a ser mayor en aquellos con diagnóstico de IRA, no importando si existía oliguria o no.

En un estudio que se hizo en el RN de pretérmino con creatinina sérica normal (33) se encontró la utilidad de la FENa en el RN prematuro, fijándose como valores máximos normales de 3% y en otro trabajo (42) en donde se estudió la misma población mostró valores de normalidad en la FEK hasta de 82%, con una alta correlación con la FENa lo que sugirió de que la FEK podría ser de utilidad en el RN de pretérmino con alteraciones renales.

En el presente estudio sólo en uno de los tres niños que tenían IRA, la FEK pasó de 100%, valor encontrado por otros autores como máximo normal en niños sin IRA, aunque en ese trabajo no se incluyeron niños RN prematuros (35); en los dos restantes no pasó de 51%.

Se ha visto que la creatinina sérica se eleva cuando el paciente está sometido a ventilación asistida considerándose valores normales por muchos autores hasta de 1.8 mg/dl (37), lo que es secundario a una disminución de la filtración glomerular, más acentuada de lo que ocurre normalmente en el prematuro (13,15,29), secundaria a su vez al aumento de la presión a nivel pulmonar y por ende a una menor llegada de flujo sanguíneo, con la consecuente disminución del gasto cardíaco.

También es conocido (9-11) que la FENa aumenta en pacientes asistidos a la ventilación probablemente por estimulación de FNA lo que puede explicar el aumento de la FENa, ya que su efecto natriurético favorece mayor liberación de sodio a nivel urinario pudiendo ser este mayor en RN menos maduros dentro de la población del prematuro; esto se puede apoyar más si se toma en cuenta que en las primeras semanas de desarrollo la FNA no sólo se produce a nivel auricular sino a nivel ventricular también (9). En este

trabajo no se encontró diferencia entre los pacientes ventilados y los no ventilados probablemente porque este segundo grupo era muy pequeño.

La alta correlación encontrada entre la FENa y la FEK nos habla de la constancia en la variación que existe entre las dos pruebas de funcionamiento renal en el RN de pretérmino crítico, lo mismo sucedió seguramente con la correlación positiva entre la creatinina sérica y la FENa y entre la misma creatinina sérica y la FEK.

Es sabido que el equilibrio glomérulo-tubular se alcanza hasta la semana 34 de edad gestacional (27,29,43), es por ello que se compararon RN de 33 semanas o menos y más de esa edad gestacional, encontrándose una diferencia significativa, contrariamente a lo que se había encontrado en un estudio previo (33) de RN prematuros sin patología renal ni factores relacionados con potencial daño a ese nivel, esta diferencia se debe seguramente a que la mayoría de los pacientes estudiados en el presente trabajo estaban rodeados de una serie de factores que tienen influencia renal, dejándose sentir más esos cambios, en los RN menos maduros; la misma explicación se puede sustentar para la diferencia encontrada entre RN de pretérmino de 30 semanas o menos y mayores a esa edad gestacional ("pequeños contra grandes" dentro de los prematuros), aunque esto fue significativo sólo para la FENa y no para la FEK. Esto apoya una vez más la gran variabilidad que existe en estos índices en el RN de pretérmino críticamente enfermo.

En el cuadro No. 4 (recolección de datos) se puede apreciar que existen múltiples factores tales como aminoglucósidos, diuréticos, aminofilina, asistencia ventilatoria, etc. que son armamentario esencial, la mayoría de ellos, en el manejo de una población críticamente enferma, y que de alguna manera influyen en el funcionamiento renal.

Como es sabido, en los primeros días de la vida extrauterina existen cambios a nivel del volúmen extracelular (2) y se ha visto que la FNA es más sensible a los cambios de volúmen que a otras situaciones (8) lo que pudiera explicar también el incremento mayor de la FENa en niños sin datos clínicos ni paraclínicos de IRA y los cambios en la FEK.

Igualmente también es aceptado que mientras menos maduro es el RN su función

tubular es más inmadura para distintos iones (7-9), aún tomando en cuenta que existe menor filtración glomerular mientras más inmaduro es el individuo, y a la insensibilidad a la aldosterona que existe en estos pacientes (15,17,18,33,44).

Se concluye que la FENa y la FEK tienen un comportamiento muy variable en el RN de pretérmino críticamente enfermo por lo que su empleo para apoyo de diagnóstico de falla renal en este tipo de pacientes es dudoso, siendo de mayor utilidad la evolución clínica y de los distintos paraclínicos conocidos, para diagnóstico de IRA.

**CONCLUSIONES.**

1. Existió una correlación significativa entre la FENa y la FEK.
2. Existió una correlación significativa entre la creatinina sérica y la FENa, así como entre la creatinina sérica y la FEK.
3. Dada la gran variabilidad de la FENa y la FEK en el RN de pretérmino críticamente enfermo por la influencia de muchos factores necesarios para el manejo de estos pacientes, estos índices no pueden ser confiables para evaluar la función renal en ese grupo de pacientes.
4. Para evaluar la función renal en el RN de pretérmino críticamente enfermo de 28 a 36 semanas lo más importante es seguir estrechamente su evolución clínica y algunos paraclínicos tales como la creatinina sérica.

**RESUMEN:**

**Objetivo.-** El objetivo de este estudio prospectivo fue determinar el valor de la fracción excretada de sodio (FENa) en el recién nacido (RN) prematuro críticamente enfermo debido a las controversias que existen en la literatura con respecto a sus resultados, lo que ha hecho de uso dudoso en este grupo de pacientes; también se intentó correlacionarla con la fracción excretada de potasio (FEK), buscando la posible utilidad de ella.

**Material y métodos.-** De marzo a diciembre de 1994 se estudiaron 60 RN de pretérmino, se excluyeron 10, del total de los pacientes restantes, 26 fueron masculinos (52%) y 24 femeninos (48%), siendo un total de 50. A todos se les determinó en una ocasión el sodio sérico, urinario, el potasio sérico, urinario, creatinina sérica y urinaria, para el cálculo de la FENa y la FEK.

**Resultados.-** La FENa varió de 0.03 a 26.91 con una media de 2.78 +/- 4.36%, sólo en 11 casos pasaron de 3%, haciéndose sólo en 3 de ellos el diagnóstico clínico de insuficiencia renal aguda, teniendo sus creatininas una variación de 1.5 a 3.7 mg/dl. La FEK varió de 1.25 a 126.13 con una media de 24.5 +/- 22.61 en todos se mantuvo por abajo de 51%, a excepción de tres casos, de los cuales sólo uno tenía falla renal. Hubo correlación significativa entre la FENa y la FEK con una  $r$  de 0.61 ( $p < 0.001$ ).

**Conclusiones.-** Se concluye que la FENa y la FEK son muy variables en el RN de pretérmino críticamente enfermo de 28 a 36 semanas de edad gestacional, por lo que la evaluación de la función renal con ellas es dudoso, siendo de mayor utilidad la evolución clínica del paciente y otros paraclínicos menos sofisticados como la creatinina sérica.



**BIBLIOGRAFIA:**

- 1.- Gordillo PG. Sodio: Fisiología y clínica. En Gordillo PG, Ed. Electrolitos en pediatría, fisiología y clínica. 2a. ed. México, D.F. : Ediciones Médicas del Hospital Infantil de México, 1975:81-114.
- 2.- Robillard JE, Segar JL, Smith FG, José PA. Regulación del metabolismo de sodio y del volumen de líquido extracelular durante el desarrollo. *Clin Perinatol* 1992; 1:15-32.
- 3.- Kojima T, Fukuda Y, Hirata Y, Matsuzaki S, Kobayashi Y. Effects of aldosterone and atrial natriuretic peptide on water and electrolyte homeostasis of sick neonates. *Pediatr Res* 1989; 25:591-594.
- 4.- Robillard JE, McWeeny O, Smith B, DiBona GF. Ontogeny of neurogenic regulation of renal tubular sodium reabsorption in sheep (abstract). *Pediatr Res* 1988; 23:545A
- 5.- Smith FG, Smith BA, Guillery EN, Robillard JE. Effects of renal function during the transition from fetal to newborn life (abstract). *Pediatr Res* 1991; 29:352A.
- 6.- Bailie MD. Desarrollo de la función endócrina de los riñones . *Clin Perinatol* 1992; 1:59-68.
- 7.- Shaffer SG, Geer PG, Goetz Kl. Elevated atrial natriuretic factor in neonates with respiratory distress syndrome. *J Pediatr* 1986; 109:1028-1033.
- 8.- Cheung CY, Brace RA. Hemorrhage-induced reductions in plasma atrial natriuretic factor in the ovine fetus. *A J Obstet Gynecol* 1991; 165:474-481.
- 9.- Wei Y, Rodi CP, Day ML et al. Developmental changes in the rat a triopetin hormonal system. *J Clin Invest* 1987; 79:1325-1329.
- 10.- Rozycki HJ, Baumgart S. Atrial natriuretic factor and postnatal diuresis in respiratory distress syndrome. *Arch Child* 1991;66:43-47.
- 11.- Brem AS. Trastornos de electrolitos relacionados con síndrome de dificultad respiratoria y displasia broncopulmonar. *Clin Perinatol* 1992; 1:231-240.

- 12.- Kojima T, Fukuda Y, Hirata Y, Matsuzaki S, Kobayashi Y. Changes in vasopressin, atrial natriuretic factor, and water homeostasis in the early stage of bronchopulmonary dysplasia. *Pediatr Res* 1990; 27:260-263.
- 13.- Engle WD. Development of fetal and neonatal renal function. *Semin Perinatol* 1986; 10:113-124.
- 14.- Robillard JE, Sessions C, Kennedy RL, Hamel-Robillard L, Smith FG. Interrelation-ship between glomerular filtration rate and renal transport of sodium and chloride during fetal life. *Am J Obstet Gynecol* 1977; 128:727-734.
- 15.- Costarino AT, Baumgart S. Controversias sobre tratamiento con líquidos y electrolitos en el prematuro. *Clin Perinatol* 1988; 4:899-917.
- 16.- Engelke SC, Shah BL, Vasan U, Raye JR. Sodium balance in very low birth-weight infants. *J Pediatr* 1978; 93:837-841.
- 17.- Rodríguez SJ, Vallo A, Oliveros R, Castillo G. Renal handling of sodium in premature and full-term neonates: a study using clearance methods during water diuresis. *Pediatr Res* 1983; 17:1013-1016.
- 18.- Suyolk E, Vrga E, Gyory E, Jobst K, Csaba IF. Postnatal development of renal sodium handling in premature infants. *J Pediatr* 1979; 95:787-792.
- 19.- Gordillo PG., Técnicas de laboratorio y procedimientos de exploración anatomofuncional renal. En: Gordillo PG, Mota HF, Velásquez JL. ed. *Diagnóstico y terapéutica de trastornos renales y electrolíticos en niños*. 2a. ed. México D.F.: Ediciones Médicas del Hospital Infantil de México, 1981:258-341.
- 20.- Yeh TF. Renal failure. En Yeh TF ed. *Neonatal therapeutics*. St. Louis, MO: Mosby-Year Book, Inc. , 1991:272-293.
- 21.- Shaffer SE, Norman ME. Función renal e insuficiencia renal en el neonato. *Clin Perinatol* 1992; 1:219-241.

- 22.- Aperia A, Broberger O, Thodenius K, Zetterstrom R. Developmental study of the renal response to an oral salt load in the preterm infants. *Acta Paediatr Scand* 1974; 63:517-524.
- 23.- Escobedo Che, Carvallo HR, Thompson ChO, Ortega GS. Función renal en el recién nacido de 32 a 36 semanas de gestación: utilidad de la FENa. *Bol Med Hosp Inf antMex* 1990; 47:756-759.
- 24.- Mathew OP, Jones AS, James E, Bland H, Groshong T. Neonatal renal failure: usefulness of diagnostic indices. *Pediatrics* 1980; 65:57-60.
- 25.- Velásquez JL, Muñoz AR. Insuficiencia renal aguda. *Bol Med Hosp Infant Mex* 1993; 50:678-690.
- 26.- Siegel SR, Oh W. Renal function as a marker of human fetal maturation. *Acta Paediatr Scand* 1976; 65: 481-485.
- 27.- Al-Dahhan J, Haycock GB, Chantler C, Stimmler L,.. Sodium homeostasis in term and preterm neonates. *Arch Dis Child* 1983; 58:335-342.
- 28.- Ellis EN, Arnold WC, Use of urinary indexes in renal failure in the newborn. *Am J Dis Child*; 136:615-617.
- 29.- Ross B, Cowett RM, Oh W. Renal functions of low birth weight infants during the first two months of life. *Pediatr Res* 1977; 11: 1162-1164.
- 30.- Zanardo V, Da Riol R, Marchesini L, Largajolli G, Zaccello G. Renal function in preterm twins with birthweight discordance. *Child Nephrol Urol* 1991; 11:87-90.
- 31.- Guignard JP, John EG. Función renal en el lactante prematuro de tamaño minúsculo *Clin Perinatol* 1986; 2:405-431.
- 32.- Feld LG, Springate JE, Fildes RD. Acute renal failure I. Pathophysiology and diagnosis. *J Paediatr* 1986; 109:401-408.
- 33.- Tapia RCA, Jácome LJM, Regalado RHG, Aguilar GA, Nieto CA, García RP. Fracción excretada de sodio en el recién nacido de pretérmino con creatinina sérica normal. *Bol Hosp Infant Mex* 1994; 51:695-700.

- 34.- Aristondo MG, Castro CLF, Diaz de LPM. La fracción de excreción de potasio como índice diagnóstico y pronóstico de la insuficiencia renal aguda. *Nefrología Mexicana* 1988; 9:57-60.
- 35.- Lagunas MJ, Mendieta AGG. Fracción excretada de potasio, índice diagnóstico de insuficiencia renal aguda en el niño grave y su comparación con la fracción excretada de sodio. Tesis de la Universidad Nacional Autónoma de México; México D.F., 1989.
- 36.- Stonestreet BS, Oh W. Plasma creatinine levels in low-birth-weight infants during the first three months of life. *Pediatrics* 1978; 61:788-789.
- 37.- Engle WD. Evaluación de la función e insuficiencia renal aguda en el neonato. *Clin Ped North Am* 1986; 1:135-158.
- 38.- Feldman H, Guignard JP. Plasma creatinine in the first month of life. *Arch Dis Child* 1982; 57:123-126.
- 39.- Rudd PT, Hughes EA, Placzek MM, Hodes DT. Reference ranges for plasma creatinine during the first month of life. *Arch Dis Child* 1983; 58:212-215.
- 40.- Karłowicz MG, Adelman RD. Insuficiencia renal aguda en recién nacidos. *Clin Perinatol* 1992; 1:141-161.
- 41.- Zaramella P, Zorzi C, Pavanello L et al. The prognostic significance of acute neonatal renal failure. *Child Nephrol Urol* 1991; 11:15-19.
- 42.- Tapia RCA, Moctezuma GM, Lecona DL, Alvarez VE, Regalado RHG, Sánchez GL. La fracción excretada de potasio en el recién nacido de pretérmino con creatinina sérica normal y su correlación con la fracción excretada de sodio. ¿Es de utilidad en la práctica clínica?. Tesis de la Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., 1995.