

Comportamiento del riñón con función renal normal en el paciente crítico en etapa aguda

Dr. Elpidio Cruz Martínez,* Dra. Ma. Eugenia Hernández-Rojas,* Dr. Fernando Molinar Ramos*

RESUMEN

Objetivo: Estudiar las características del riñón del paciente crítico.

Diseño: Estudio retrospectivo.

Lugar: UCI de un hospital de tercer nivel de México.

Pacientes: Estudiamos 157 pacientes críticos (71 con Dcr de 100-150, mL/min, grupo A y 83 con Dcr mayor a 150 mL/min, grupo B) y 18 voluntarios sanos, grupo C.

Intervenciones: Ninguna.

Mediciones y resultados principales: Se les efectuaron pruebas de función renal a todos los sujetos del estudio. La diuresis y la depuración osmolar fueron más altas en el grupo B ($p < 0.05$); la fracción de excreción de agua fue más baja en el grupo A ($p < 0.05$); la depuración de creatinina fue similar en los grupos B y C, y no encontramos diferencias de creatinina sérica, urea sérica, osmolaridad urinaria y fracción de excreción de sodio entre los tres grupos. Ningún paciente desarrolló insuficiencia renal y todos los pacientes del grupo B sobrevivieron.

Conclusión: La hiperfiltración es un patrón normal del paciente crítico.

Palabras clave: Paciente crítico, pruebas de función renal, hiperfiltración.

SUMMARY

Objective: To study the features of the critically ill patient kidney.

Design: Retrospective study.

Setting: ICU of a tertiary care hospital in Mexico City.

Patients: We enrolled 157 ICU patients (71 with Ccr of 100-150 mL/min, grupo A and 83 with Ccr above 150 mL/min, group B) and 18 healthy volunteers, group C.

Interventions: None.

Measurements and main results: Renal function tests were performed in all subjects. Diuresis and osmolar clearance were higher in group B ($p < 0.05$); fractional excretion of water was lower in group A ($p < 0.05$); creatinine clearance was similar in groups B and C and we did not find differences of serum creatinine, serum urea, urinary osmolarity and fractional excretion of sodium between the three groups. No patient developed renal failure and all the patients of group B survived.

Conclusion: Hyperfiltration is a normal pattern in the critically ill patient.

Key words: Critically ill patient, kidney function, renal function tests, hyperfiltration.

Los pacientes en estado crítico tienen cambios en varias de sus funciones y esto incluye al riñón.¹ En los pacientes que no se complican con falla renal, se distinguen dos grupos de enfermos: aquellos que tienen función renal comparable a los sujetos sanos y otros que tienen aumento del filtrado glomerular.^{2,3} La hiperfiltración a la que nosotros hemos denominado *riñón hiperdinámico*,³ se ha observado en el paciente crítico con quemaduras,

sepsis, trauma y en el postoperatorio.^{2,4} El aumento importante del filtrado glomerular en los pacientes con trauma que no desarrollan posteriormente falla renal ya fue descrito por Lucas *et al*,^{2,5} que lo consideraron como una respuesta normal al trauma y a la sepsis.² Loirat también reportó un aumento del filtrado glomerular en pacientes quemados entre los días 4 y 35 después de que ocurrió la quemadura, a niveles semejantes a los descritos en pacientes con trauma.^{2,4} Nosotros también lo hemos observado en pacientes con sepsis, siendo las elevaciones de la Dcr muy parecidas a las encontradas por Loirat.³ Esto sugiere que el aumento de

* Unidad de Cuidados Intensivos, del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional «La Raza», Instituto Mexicano del Seguro Social, México, D.F.

la Dcr puede ser una compensación fisiológica después de una resucitación adecuada con líquidos, en este tipo de pacientes.^{2,3} Sin embargo, se ha estudiado en la mayoría de los casos la función tubular de manera parcial. El objetivo de este estudio es analizar las características de la función renal en el paciente crítico de nuestro medio, durante la fase aguda de su enfermedad y compararlo con voluntarios sanos, haciendo énfasis en la relación entre el filtrado glomerular y las funciones tubulares.

PACIENTES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo de 157 pacientes que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional «La Raza» a través de la revisión de los expedientes, de enero de 1985 a diciembre de 1995 y que se dividieron en dos grupos: A) 71 pacientes con depuración de creatinina considerada «normal» (80 a 150 mL/min.1.73m²) de acuerdo a patrones ya establecidos a;^{4,6} B) 83 pacientes cuya depuración de creatinina fue mayor a 150 mL/min (*riñón hiperdinámico*).³ Se formó un tercer grupo (C) con 18 voluntarios sanos a quienes se les habían practicado pruebas de función renal en 1984, con el fin de obtener un patrón de referencia en nuestro hospital. La selección de pacientes se hizo de manera consecutiva y se tomaron en cuenta los parámetros determinados en la primera semana de estancia en la UCI.

Criterios de inclusión. Se eligieron para los grupos A y B, pacientes del sexo femenino y masculino, cuya edad fuese de 18 a 70 años, estables hemodinámicamente en el momento del estudio y con hemoglobina de 10-15 g/dL. El grupo de voluntarios sanos se formó con personal de la propia UCI; se eligió a voluntarios de uno y otro sexo con edad mayor a 25 años y menor de 40.

Criterios de no inclusión. No se incluyó a sujetos con antecedentes de enfermedad renal previa de cualquier índole, diabetes mellitus, hipertensión arterial, pielonefritis, o que durante su estancia en la UCI se hubieran complicado con falla cardiaca severa o a quienes se les trató con PEEP mayor a 10 cm de agua, dopamina o dobutamina y diuréticos.

Criterios de exclusión. Se excluyeron aquellos sujetos que no tuvieron pruebas de función renal completas.

Pruebas de función renal. A toda la población incluida en el estudio se le habían efectuado pruebas de función renal consistentes en: determinación directa de creatinina sérica (Scr) y urinaria, urea sérica, osmolaridad sérica, osmolaridad urinaria (U_{Osm}) y sodio sérico y urinario. Las recolección de orina fue de 24 horas y las muestras de sangre se determinaron al final del período de recolección. La osmolaridad sérica y urinaria se determinó mediante congelación del punto de depresión y el sodio mediante un flamómetro.² La determinación de urea y creatinina se realizó de acuerdo a procedimientos estándar. A partir de las mediciones directas se cal-

Cuadro I. Comparación de las pruebas de función entre los pacientes con función renal normal, estado hiperdinámico y voluntarios sanos.*

	Grupo A n = 71	Grupo B n = 83	Grupo C n = 18	Valor de p
Sexo (F/M)	36.8 ± 9.1 26/45	36.2 ± 11.7 34/49	33 ± 4.3 6/12	NS
Diuresis, mL/h.	83 ± 37	92 ± 17	69 ± 24	< 0.05
Scr, mg/dL	0.66 ± 0.3	0.56 ± 0.33	0.6 ± 0.1	NS
Urea sérica mg/dL	46.3 ± 19.2	43 ± 11.2	35 ± 6.4	NS
Dcr, mL/min.1.73 m ²	128 ± 16	161 ± 64	153 ± 34	< 0.05
U_{Osm} , mOsm/L	545 ± 156	573 ± 128	620 ± 156	NS
D_{Osm} , mL/min.1.73 m ²	2.97 ± 1.11	3.1 ± 0.75	2.39 ± 0.6	< 0.05
DH_2O , mL/min.1.73 m ²	1.47 ± 0.71	1.51 ± 0.72	1.24 ± 0.43	NS
FeNa, %	0.72 ± 0.6	0.69 ± 0.32	0.55 ± 0.19	NS
FeH ₂ O, %	0.72 ± 0.6	0.93 ± 0.5	0.8 ± 0.27	< 0.05

* Análisis de varianza de una vía con prueba de Bonferroni. Simbología: F/M = femenino/masculino, Scr = creatinina sérica, Dcr = depuración de creatinina endogena, U_{Osm} = osmolaridad urinaria, D_{Osm} = depuración osmolar, DH_2O = depuración de agua libre, FeNa = fracción de excreción de sodio, FeH₂O = fracción de excreción de agua libre.

Cuadro II. Comparación entre un grupo histórico, pacientes hiperdinámicos y voluntarios sanos.*

	Control ² n = 17	Grupo B n = 83	Grupo C n = 18	Valor de p
Edad, años	28	36.2 ± 11.7	33 ± 4.3	
Dcr, mL/min.1.73 m ²	174 ± 16	161 ± 64	153 ± 34	NS
DH ₂ O, mL/min.1.73 m ²	1.46 ± 0.3	1.51 ± 0.72	1.24 ± 0.43	NS
FeNa, %	1 ± 0.3	0.69 ± 0.32	0.55 ± 0.19	< 0.05
FeH ₂ O, %	1.3 ± 0.67	0.93 ± 0.5	0.8 ± 0.27	NS

* Análisis de varianza de una vía con prueba de Bonferroni.

Cuadro III. Comparación de pruebas de función renal entre dos grupos (control y voluntarios sanos) y un grupo histórico.*

	Control ² n = 20	Grupo B n = 71	Grupo C n = 83	Valor de p
Edad, años	52	36.8 ± 11.7	36.2 ± 11.7	
Dcr, mL/min.1.73 m ²	70 ± 10	128 ± 16	161 ± 34	< 0.05
DH ₂ O, mL/min.1.73 m ²	0.87 ± 0.48	1.47 ± 0.71	1.51 ± 0.72	< 0.05
FeNa, %	1.3 ± 0.34	0.72 ± 0.6	0.69 ± 0.32	< 0.05
FeH ₂ O, %	1.26 ± 0.38	1.3 ± 0.67	0.93 ± 0.5	< 0.05

* Análisis de varianza de una vía con prueba de Bonferroni.

Cuadro IV. Comparación de pruebas de función renal entre dos grupos históricos.*

	n = 112 ⁷	n = 17 ⁸	Valor de p
Dcr, mL/min.1.73 m ²	89 ± 43	103 ± 19.8	0.190
D _{Osm} , mOsm/L	3.16 ± 0.72	2.96 ± 1.06	0.801
DH ₂ O, mL/min.1.73 m ²	1.35 ± 0.93	1.51 ± 0.69	0.518
FeNa, %	1.3 ± 1.3	0.82 ± 1.65	0.174

* t de Student.

culó depuración de creatinina endógena (Dcr), depuración osmolar (D_{Osm}), depuración de agua libre (DH₂O), fracción de excreción de sodio (FeNa) y fracción de excreción de agua libre (FeH₂O), según procedimientos aceptados internacionalmente.²

Análisis estadístico. Se realizó mediante pruebas descriptivas, t de Student, análisis de varianza de una vía con prueba de Bonferroni y Ji cuadrada. Los valores se expresan en medias ± desviaciones estándar, a menos que se indique lo contrario. Se consideró diferencia estadísticamente significativa si p

fuese menor a 0.05. Se utilizó el paquete estadístico Primer Biostatistics: The Program 1.0 (Primer Biostatistics, 1988. New York, McGraw-Hill Inc.)

RESULTADOS

Se excluyeron del estudio a tres pacientes porque se complicaron con muerte cerebral, analizándose únicamente a los 154 pacientes restantes. En el cuadro I se encuentran los datos demográficos y las pruebas de función renal de los tres grupos de estudio. Se ob-

Cuadro V. Comparación de pruebas de función renal entre el grupo A y un grupo histórico.*

	Grupo A n = 71	Grupo histórico n = 112	Valor de p
Dcr, mL/min.1.73 m ²	128 ± 16.3	89 ± 43	0.001
D _{Osm} , mOsm/L	2.97 ± 1.11	3.16 ± 0.72	0.001
DH ₂ O, mL/min.1.73 m ²	1.47 ± 0.71	1.35 ± 0.9	0.373
FeNa, %	0.72 ± 0.6	1.3 ± 1.3	0.001

* t de Student.

serva que el grupo C tuvo una edad ligeramente menor en promedio a los otros dos grupos, pero no tuvo significancia estadística. También hubo predominio del sexo masculino en el mismo grupo, pero al compararlo con los grupos A y B no hubo diferencia. La diuresis del grupo C estuvo dentro de los rangos considerados normales y fue inferior desde el punto de vista estadístico al grupo B (69 ± 24 vs. 92 ± 17 mL/hora); p < 0.05. Se encontró valores más bajos de creatinina (0.56 ± 0.33 mg/dL, grupo B) de Dcr (128 ± 16 mL/min, grupo A) y de D_{Osm} (2.39 ± 0.6 mL/min, grupo C); p < 0.05, con relación a los grupos restantes. No hubo diferencias en el resto de variables.

Comparación con grupos históricos. Se estableció una comparación entre un grupo histórico de pacientes con trauma² que tenían Dcr mayor a 150 mL/min y los grupos B y C cuya Dcr también era mayor a 150 mL/min; se observó que la FeNa fue mayor en el grupo histórico (1 ± 0.15) que en los otros dos grupos. Las depuraciones de creatinina y de agua libre, así como la FeH₂O fueron similares (*cuadro II*).² Se realizó otra comparación entre un grupo histórico de pacientes postoperatorios que no desarrollaron insuficiencia renal² y los grupos B y C del presente estudio. Se encontró que la edad de este control histórico fue mayor en promedio a los otros dos grupos; la Dcr (70 ± 10 mL/min) y la DH₂O (0.87 ± 0.48) fueron inferiores a los grupos B y C y la FeNa (1.26 ± 0.38) tuvo valores más altos en relación a los mismos grupos; p < 0.05 (*cuadro III*). Es importante resaltar que ninguno de los dos grupos de pacientes se complicó posteriormente con insuficiencia renal y sólo fallecieron cinco pacientes del grupo A: dos por sepsis abdominal, otro de falla hepática (tenía síndrome de intestino corto), uno más de hemorragia del tubo digestivo alto y otro más por shock séptico.

DISCUSIÓN

El paciente en estado crítico con frecuencia tiene cambios en la función renal de grado variable.^{1,3,5}

Muchos pacientes se complican con disfunción renal cuyo máximo grado de expresión es la insuficiencia renal aguda, que en ocasiones obliga al empleo de técnicas de substitución de la función renal.¹ Pero por otra parte, los pacientes que no desarrollan falla renal aguda a menudo tienen hiperfiltración.²⁻⁴ Esto se ha considerado que es una respuesta normal del paciente agudo y al empleo adecuado de volumen en la resucitación de este tipo de pacientes.² Se ha estudiado la función renal del paciente crítico desde hace varios años desde este punto de vista, pero se ha enfocado fundamentalmente a la comparación entre la depuración de creatinina normal y la Dcr aumentada. En el presente estudio se evaluó el comportamiento del riñón del paciente en estado crítico y se comparó con un grupo de voluntarios sanos. Llama la atención que este grupo tuvo valores superiores a lo considerado como normal y varios parámetros fueron semejantes a los de los pacientes con hiperfiltración de edad similar. Solo se observó que la diuresis, depuración osmolar y depuración de agua libre fueron mayores en el grupo de pacientes con Dcr elevada, con relación al grupo de voluntarios sanos, lo que probablemente sea secundario a un estado hiperdinámico, habitual en los pacientes críticos. Pero este aumento del filtrado glomerular es independiente del gasto cardiaco. Rosenberg *et al*¹⁰ no encontraron correlación entre el índice cardíaco y la Dcr en pacientes quirúrgicos. Posteriormente, en un grupo de pacientes postoperatorios (no complicados, sin sepsis, sin desarrollo subsecuente de falla renal y que no fueron tratados con inotrópicos y diuréticos) a los que simultáneamente se les efectuó medición del gasto cardíaco y depuración de creatinina, no se encontró relación entre el gasto cardíaco y Dcr ($r = 0.63$, $p < 0.01$).² En nuestra unidad también hemos efectuado medición del gasto cardíaco y pruebas de función renal en algunos pacientes con disfunción orgánica múltiple y

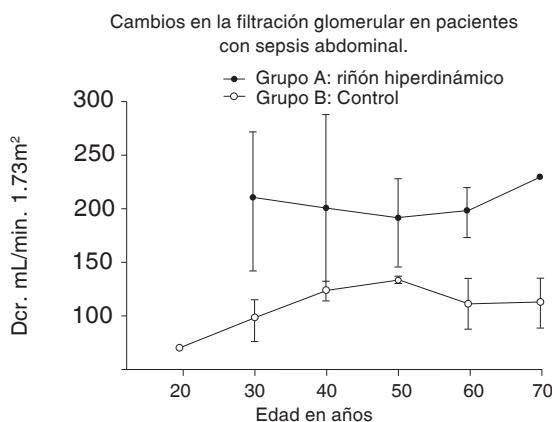


Figura 1. Depuración de creatinina de los dos grupos de pacientes estratificada por décadas de edad. Las medidas se encuentran en media \pm DE.

tampoco hemos observado que las modificaciones en la Dcr sean secundarias a los cambios de la función cardíaca.

En el presente estudio los dos grupos con Dcr elevada (pacientes hiperdinámicos y voluntarios sanos) las pruebas de función tubular fueron muy semejantes. Sólo se observó un aumento moderado (pero significativo) de la D_{Osm} en los pacientes con riñón hiperdinámico con relación al grupo de voluntario sano y al grupo con Dcr menor a 150 mL/min. En cambio la fracción de excreción de agua libre fue menor en el grupo de voluntarios sanos, probablemente porque la diuresis en este grupo fue menor que en los pacientes con Dcr elevada. Por otra parte tampoco hubo diferencias notables entre los grupos hiperfiltrantes y el de los pacientes con Dcr considerada como normal, por lo que desde un punto de vista práctico, se podría considerar la función tubular de estos pacientes igual a los casos con Dcr entre 100 y 150 mL/min.

A este respecto se ha considerado tradicionalmente que los valores de depuración de creatinina *normales* son de 100 a 150 mL/min.¹⁷³ m^2 ^{2,4,6,9} y se utilizan como patrones de referencia para evaluar la función renal. Sin embargo, los pacientes críticos se colocan frecuentemente fuera de estos rangos. Varios pacientes pueden tener hiperfiltración y otros se han considerado normales por abajo de estas cifras. Díaz de León *et al* dieron como referencia una depuración de creatinina de 89 ± 43 mL/min en un grupo de 112 pacientes críticos en las que las funciones tubulares estuvieron dentro de parámetros normales.⁷ Comparamos a este grupo de pacientes con otro de nuestro hospital (17 pacientes con sepsis y en quienes se demostró disminución del flujo sanguíneo renal y au-

mento de las resistencias vasculares renales), cuya Dcr era de 103 ± 19.8 mL/min,³ no encontrando diferencias desde el punto de vista estadístico en relación a la Dcr y a las pruebas de función tubular practicadas en estos pacientes (*cuadro IV*). Pero cuando se comparó a los 112 pacientes con otro grupo de pacientes críticos³ con Dcr entre 100 y 150 mL/min, se observó que la Dcr y D_{Osm} fueron bajas en el primer caso y la FeNa estuvo elevada, lo que sugiere que valores de Dcr inferiores a 100 mL/min pueden producir cierto grado de insuficiencia tubular en el paciente crítico y es muy factible que tenga hipoperfusión renal (*cuadro V*). Por esta razón consideramos que lo más fisiológico para los pacientes en estado crítico es tener hiperfiltración.

Por otra parte también se ha descrito que la edad es un factor determinante en los niveles de depuración de creatinina en la población en general¹¹ y en los pacientes en estado crítico se ha descrito que la Dcr disminuye conforme se avanza en edad.² Sin embargo en un estudio previo nosotros no encontramos diferencias en el comportamiento de la Dcr de acuerdo a la edad y muchos pacientes ancianos tienen valores de depuración de creatinina mayores a 200 mL/min (*figura 1*).³

Conclusiones. De acuerdo a los datos del presente estudio, concluimos que la hiperfiltración debe considerarse un estado fisiológico del paciente crítico y que los pacientes con Dcr normal o elevada tienen mejor pronóstico que aquellos con Dcr menor a 100 mL/min. Por otra parte, muchos voluntarios sanos tienen Dcr elevada y funciones tubulares semejantes a los pacientes críticos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cruz ME, Hernández-Rojas ME, Molinar RF, Hernández LD. Insuficiencia renal aguda en el paciente crítico. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* 1998;12:145-55.
2. Brown R, Babcock R, Talbert J, Gruenberg J, Czurack Ch, Campbell M. Renal function in critically ill postoperative patients: sequential assessment of creatinine osmolar and free water clearance. *Crit Care Med* 1980;8:68-72.
3. Cruz ME, Hernández-Rojas ME, Baltazar TJA, Cárdenas ZG, Molinar RF. Riñón hiperdinámico: Características de las funciones glomerulotubulares en el paciente crítico con sepsis abdominal. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* 1996;10:55-60.
4. Loirat Ph, Rohan J, Bailet A, Beaufils F, David R Chapman A. Increases glomerular filtration rate in patients with major burns and its effect on the pharmacokinetics of tobramycin. *N Engl J Med* 1978;299:915-19.
5. Lucas CE, Rector FE, Werner M *et al*. Altered renal homeostasis with acute sepsis. *Arch Surg* 1973;106:444-56.
6. Fauci AS, Branwald E, Wilson JD *et al*, (editores). *Harrison's Principles of Internal Medicine*. 14th. ed. New York: McGraw-Hill;1998.

7. Díaz DLPM, Castro CLF, Aristondo MG. Pruebas de función renal en el diagnóstico de insuficiencia renal aguda. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* 1988;2:17-20.
8. Cruz ME, Hernández-Rojas ME, Molinar RF. Evaluación no invasiva del transporte de oxígeno renal en el paciente crítico. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* 1996;10:269-75.
9. Mogensen CE. Elevated glomerular filtration rate in insulin-treated short-term diabetes: non dependence on blood sugar value. *Acta Med Scand* 1973;194:559-61.
10. Rosenberg IK, LalGupta S, Lucas CE et al. Renal insufficiency after trauma and sepsis. A prospective functional and ultrastructural analysis. *Arch Surg* 1971;103:175.
11. Rowe JW, Andres R, Tobin JD, Norris AH, Shock NW. Age-adjusted standard for creatinine clearance. *An Intern Med* 19... 84;567-69.

Correspondencia:

Dr. Elpidio Cruz Martínez
Unidad de Cuidados Intensivos,
Hospital de Especialidades del
Centro Médico Nacional «La Raza»,
Seris y Zaachila, C.P. 02990, México, D.F.
Tel. (5)7-24-59-00, Ext. 1004