

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA  
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES  
“DR. ANTONIO FRAGA MOURET”

IMPACTO DE LA REANIMACIÓN HÍDRICA CON ALMIDÓN SOBRE EL  
DETERIORO AGUDO DE LA FUNCIÓN GLOMERULAR Y TUBULAR  
DEL RIÑÓN EN LOS PACIENTES CRÍTICAMENTE ENFERMOS

T E S I S  
PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN  
MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO

PRESENTA  
Dr. Jorge Pacheco Ramírez

ASESOR  
Dr. Alejandro Esquivel Chávez



MÉXICO, D. F.

FEBRERO DE 2015



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

---

Dr. Jesús Arenas Osuna  
Jefe de la División de Educación en Salud  
UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”  
Centro Médico Nacional La Raza  
Instituto Mexicano del Seguro Social

---

Dr. José Ángel Baltazar Torres  
Profesor Titular del Curso de Especialización en Medicina del Enfermo en Estado Crítico  
Unidad de Cuidados Intensivos  
UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”  
Centro Médico Nacional La Raza  
Instituto Mexicano del Seguro Social

---

Dr. Jorge Pacheco Ramírez  
Residente del Curso de Especialización en Medicina del Enfermo en Estado Crítico  
Unidad de Cuidados Intensivos  
UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”  
Centro Médico Nacional La Raza  
Instituto Mexicano del Seguro Social

Número de registro: R-2014-3501-101

## ÍNDICE

	Pág.
Resumen	4
Summary	5
Antecedentes científicos	6
Pacientes y métodos	9
Resultados	11
Discusión	19
Conclusiones	22
Bibliografía	23
Anexo 1	25

## RESUMEN

Título: Impacto de la reanimación hídrica con almidón sobre el deterioro agudo de la función glomerular y tubular del riñón en los pacientes críticamente enfermos.

Objetivo: Determinar el impacto de la administración de coloides sobre la función renal de pacientes críticamente enfermos.

Pacientes y métodos: Se analizaron pacientes adultos de ambos sexos con estancia en la unidad de cuidados intensivos (UCI) >24 horas. Se registraron variables demográficas y clínicas y se calcularon pruebas de función tubular y glomerular. Se formaron dos grupos de pacientes: con y sin administración de coloides. Se comparó la frecuencia y tipo de alteraciones de la función renal entre los grupos. Un valor de  $p < 0.05$  se consideró estadísticamente significativo. Se utilizó SPSS 20.0 para el análisis de los datos.

Resultados: Se analizan 96 pacientes, edad promedio 52.3 años, 56.3% hombres. Sesenta y cuatro (66.7%) pacientes recibieron coloides. El promedio de estancia en la UCI fue 7 días y la mortalidad 18.8%. No hubo diferencias significativas en las variables clínicas y demográficas entre los grupos. La disfunción tubular fue más frecuente que la glomerular (97.9% vs 89.6%). La FeNa se alteró en el 100% de pacientes, FeK en el 48.9%, uresis en el 22.1% y DCrS en el 100%. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas para ninguna de ellas entre los grupos y la necesidad de TRR y mortalidad fueron similares entre ellos.

Conclusiones: La administración de coloides no incrementa la frecuencia de alteraciones en las pruebas de función renal de los pacientes críticamente enfermos.

Palabras clave: Pacientes críticamente enfermos, coloide, función renal, mortalidad.

## SUMMARY

Title: Impact of fluid resuscitation with starch on acute deterioration of glomerular and tubular kidney function in critically ill patients.

Objective: To determine the impact of the administration of colloids on renal function in critically ill patients.

Patients and Methods: Adult patients of both sexes with stay in the intensive care unit (ICU) >24 hours were analyzed. Demographic and clinical variables were recorded and tubular and glomerular functions were calculated. Two groups of patients were formed: with and without colloid administration. The frequency and type of impaired renal function were compared between groups. A value of  $p < 0.05$  was considered statistically significant. SPSS 20.0 was used for data analysis.

Results: 96 patients, mean age 52.3 years, 56.3% men, were analyzed. Sixty four (66.7%) patients received colloids. The mean ICU stay was 7 days and mortality 18.8%. There were no significant differences in demographic and clinical variables between groups. Tubular dysfunction was more frequent than glomerular dysfunction (97.9% vs 89.6%). FeNa was altered in 100% of patients, FeK in 48.9%, uresis in 22.1% and DCrS in 100%. No statistically significant differences for any of them between groups were found and the need for RRT and mortality were similar between them.

Conclusions: The administration of colloids does not increase the frequency of alterations in kidney function tests of critically ill patients.

Keywords: Critically ill patients, colloid, renal function, mortality.

## ANTECEDENTES CIENTÍFICOS

Uno de los objetivos principales en el manejo de los pacientes en estado crítico es mantener una adecuada perfusión tisular. La reanimación hídrica es una piedra angular para lograr este objetivo.<sup>1</sup> Por ello, la mayoría de este tipo de pacientes reciben reanimación hídrica en algún momento de su enfermedad.

Para la reanimación hídrica se pueden emplear cristaloides, coloides o ambos. Las soluciones basadas en coloides sintéticos se indican con relativa frecuencia debido a que con menor cantidad de líquido administrado, proporcionan mayor expansión del espacio vascular y mejoran significativamente el gasto cardíaco y la perfusión tisular.<sup>2-4</sup>

En la actualidad, el uso de coloides sintéticos ha planteado preguntas sobre su bioseguridad, ya que se ha reportado incremento en la necesidad de utilizar terapias de reemplazo renal (TRR), mayor tiempo de estancia hospitalaria y mayor mortalidad en pacientes que recibieron reanimación hídrica con este tipo de líquidos. En 2008, el estudio VISEP<sup>5</sup> reportó efectos adversos en pacientes reanimados con almidones, sobre todo a nivel de la función renal y coagulación. Además, su uso se asoció a mayores requerimientos de transfusión de hemoderivados y menor sobrevida en general. En este estudio la tasa de mortalidad a los 28 días no difirió significativamente entre el grupo que recibió almidón y el que recibió Ringer lactato. Sin embargo, los pacientes que recibieron almidón tuvieron más complicaciones, en especial aquellos con sepsis grave, en quienes la dosis recomendada se asoció con la presencia de insuficiencia renal. Un estudio escandinavo, multicéntrico, de grupos paralelos y doble ciego,<sup>6</sup> asignó aleatoriamente a 798 pacientes con sepsis grave ingresados a la unidad de cuidados intensivos (UCI) para recibir reanimación hídrica con almidón o solución Ringer lactato. En el grupo de pacientes manejados con almidón se encontró un incremento de 8% en la mortalidad a los 90 días, mayor frecuencia de insuficiencia renal a razón de 10.9% y

mayor incidencia de TRR, la cual se realizó en 9.2% de los pacientes, en comparación con aquellos asignados al grupo de Ringer lactato, en quienes la frecuencia de insuficiencia renal fue de 5.3% y 2.4% recibieron sustitución de la función renal.

A pesar de que los mecanismos de lesión renal inducida por coloides no son claros, se postula que pueden implicar tanto efectos directos de la propia molécula como efectos indirectos relacionados con el incremento de la presión oncótica.<sup>7,8</sup> Recientemente se ha demostrado que la administración de almidón de menor peso molecular, incrementa la liberación de biomarcadores de lesión renal y origina daño tubular, demostrado en cortes histopatológicos.<sup>9</sup> Otra teoría para explicar las alteraciones en la función renal postula que la composición de los almidones se basa en solución salina y que su administración en grandes volúmenes resulta en hipercloremia relativa o absoluta, que se asocia con reducción del flujo sanguíneo renal y disminución de la excreción de sodio en los seres humanos.<sup>9</sup>

En contraposición, estudios recientes han reportado resultados que contradicen las observaciones de los estudios previos. Uno de ellos demostró que los coloides sintéticos aumentan el flujo sanguíneo renal en mayor medida que la solución salina y que el efecto de ambos tipos de líquido sobre la depuración de creatinina sérica (DCrS) y la uresis es de corta duración.<sup>10</sup> Un estudio multicéntrico realizado en Francia reportó que el uso de almidones no se asoció con incremento en la frecuencia de disfunción renal ni en la necesidad de TRR.<sup>11</sup>

Un meta-análisis de Cochrane ha reforzado la elección de los coloides sobre los cristaloides para la reanimación con líquidos, ya que aquellos se asociaron con reducción del riesgo de muerte, sobre todo en pacientes con traumatismos, quemaduras o después de cirugía.<sup>2</sup>

Cuando analizamos los estudios publicados, la mayoría basa sus resultados en el efecto final de la administración de coloides, principalmente la presencia de insuficiencia renal o la necesidad de iniciar TRR. Sin embargo, ningún estudio explica las alteraciones específicas



en la función renal medidas por medio del análisis de marcadores séricos y urinarios. Es probable que la falla renal que presentan los pacientes no sea secundaria a la reanimación hídrica con almidones, sino a la patología de base o a la gravedad de la enfermedad del paciente. Este estudio evalúa en forma integral la función renal de los pacientes críticamente enfermos que son sometidos a reanimación hídrica con almidón y compara la disfunción renal que se presenta en ellos contra la de enfermos reanimados sólo con cristaloides.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo, longitudinal, observacional y descriptivo para determinar el impacto de las soluciones coloides sobre las pruebas de función renal en pacientes críticamente enfermos hospitalizados en la UCI de un hospital de enseñanza del tercer nivel de atención, entre el 1 de junio de 2014 y el 1 de enero del 2015. Se incluyeron pacientes de ambos sexos, mayores de 16 años, con estancia en la UCI mayor de 24 horas y en quienes se administró cualquier cantidad de hidroxihetilalmidón al 6% durante las primeras 24 horas de estancia. Se incluyeron también pacientes en un grupo control a los cuales únicamente se les administró solución cristaloides. Se excluyeron los enfermos trasladados desde otra UCI, quienes recibieron reanimación hídrica con cualquier otro tipo de coloide sintético, aquellos con insuficiencia renal aguda o crónica y pacientes embarazadas.

Una vez ingresado un paciente al estudio se registraron las siguientes variables demográficas y clínicas: sexo, edad, comorbilidades, uso de medicamentos o agentes nefrotóxicos, motivo de ingreso a la UCI, calificación en las escalas APACHE II<sup>12</sup> y SOFA,<sup>13</sup> tipo de paciente (médico o quirúrgico), administración de hidroxihetilalmidón al 6%, cantidad administrada de este coloide, necesidad de TRR, tiempo de estancia en la UCI y condición clínica al egreso de la misma (vivo o muerto). El manejo del paciente se dejó a criterio del médico tratante incluyendo la reanimación hídrica y el tipo y cantidad de soluciones parenterales administradas, así como la frecuencia de las mismas. Para determinar la presencia de potencial impacto de la reanimación con coloides en las pruebas de función renal se tomaron muestras de sangre venosa y se recolectó la orina de 24 horas los días 1, 2, 3 y 4 de estancia en la UCI. Se evaluó la función tubular mediante la determinación de la fracción de excreción de sodio (FeNa) y la fracción de excreción de potasio (FeK) y la función glomerular mediante la uresis y la DCrS. El cálculo de estos parámetros se realizó utilizando

las fórmulas que se muestran en el Anexo 1. Se comparó la frecuencia de disfunción renal y las variables pronósticas entre los pacientes que recibieron coloides y los pacientes del grupo control.

Se utilizó estadística descriptiva para la presentación de los datos. Las variables continuas se expresan como promedio  $\pm$  desviación estándar para los datos paramétricos y como medianas con rango intercuartil para los no paramétricos. La normalidad de los datos se evaluó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se utilizó la prueba T de Student para la comparación de los datos paramétricos y la prueba U de Mann-Whitney o de Kruskal-Wallis para comparar los no paramétricos. Las variables categóricas se expresan como porcentajes y su intervalo de confianza del 95% y se compararon mediante la prueba Chi cuadrada. En todos los casos, un valor de  $P < 0.05$  se consideró estadísticamente significativo. Se utilizó el paquete estadístico Statistical Package for Social Science versión 20.0 para Windows (IBM SPSS Statistics 20.0 para Windows, Armonk, NY) para el análisis de los datos.

## RESULTADOS

En total 96 pacientes fueron ingresados al estudio. La edad promedio fue de  $52.3 \pm 17.3$  años, el 56.3% fueron hombres y la mayoría fueron pacientes quirúrgicos (54.2%). Las calificaciones promedio en las escalas APACHE II y SOFA fueron de  $10.9 \pm 7.4$  y  $6.7 \pm 3.7$ , respectivamente. Sesenta y cuatro (66.7%) pacientes recibieron coloides. Veintisiete (28.1%) desarrollaron lesión renal aguda (LRA), 12 (44.4%) estadio 1, 9 (33.3%) estadio 2 y 6 (22.2%) estadio 3 de la KDIGO (kidney disease improving global outcomes). El promedio de estancia en la UCI fue de  $7 \pm 5.4$  días y la mortalidad de 18.8% (Tabla 1).

Las comorbilidades más frecuentes en la población estudiada fueron hipertensión arterial sistémica (53.1%), diabetes mellitus (34.4%), obesidad (21.9%), cardiopatía isquémica (14.6%), enfermedad pulmonar obstructiva crónica (13.5%) y cáncer 7.3%.

Los principales motivos de ingreso a la UCI se muestran en la Tabla 2. Destacan el choque hemorrágico (12.5%), cirugía de alto riesgo (12.5%) y choque séptico (11.5%).

La comparación de las variables clínicas y demográficas entre los pacientes con y sin administración de coloides se muestra en la Tabla 3. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos para todas las variables, a excepción de que la estancia en la UCI fue significativamente mayor en los pacientes que recibieron coloides.

La presencia de factores de riesgo para la alteración en las pruebas de función renal fue frecuente en la población estudiada. Los principales fueron el uso de antiinflamatorios no esteroideos (AINEs, 74%), administración de antibióticos (44.8%) y uso de medio de contraste (38.7%). En la comparación por grupos, solamente el uso de antibióticos fue significativamente más frecuente en los pacientes que recibieron coloides. La frecuencia de uso del resto de los factores de riesgo fue similar en ambos grupos (Tabla 4).

La disfunción tubular fue más frecuente que la glomerular en todos los pacientes, 97.9% contra 89.6%, respectivamente. En los pacientes con disfunción tubular, la alteración de la FeNa se presentó en el 100% de ellos, mientras que la alteración de la FeK ocurrió en el 48.9% de los enfermos. En aquellos con disfunción glomerular, la alteración de la uresis ocurrió en el 22.1%, mientras que la alteración en la DCrS fue más frecuente, en el 100% de ellos. Al comparar las alteraciones de las pruebas de función renal, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para ninguna de ellas entre los pacientes que recibieron coloides y aquellos tratados únicamente con cristaloides (Tabla 5).

En relación a la función tubular, el comportamiento de la FeNa y de la FeK se muestra en las Gráficas 1 y 2, respectivamente. Puede observarse un incremento progresivo de ambos parámetros, el cual es más importante hacia la medición 4, sobre todo para la FeK en los pacientes que no recibieron coloides. Sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en ninguna de las mediciones. La uresis y la DCrS mostraron una disminución progresiva con el tiempo, pero de igual manera sin diferencias significativas entre los grupos (Gráficas 3 y 4). A pesar de que las alteraciones de las funciones tubular y glomerular fueron frecuentes, solamente el 28.1% de pacientes en cada uno de los grupos cumplió con los criterios de la KDIGO para LRA, siendo más frecuente el estadio 2 en el grupo que recibió coloides y el estadio 1 en el grupo control (Tabla 3).

La necesidad de TRR y la mortalidad, sin bien fueron mayores en los pacientes que recibieron coloides, no fueron estadísticamente diferentes en comparación con los enfermos en quienes sólo se administraron cristaloides.

Se analizó también si la dosis de coloides administrada tenía impacto sobre la función renal. La Tabla 6 muestra el porcentaje de pacientes con disfunción tubular y glomerular de acuerdo a la dosis administrada. En ningún caso se encontraron diferencias estadísticamente

significativas. De igual forma, ni los parámetros de función tubular o glomerular analizados de manera individual, mostraron diferencias significativas.

Tabla 1. Comparación de características demográficas y clínicas de la población de estudio

n	96
Sexo masculino, n (%)	54 (56.3)
Edad (años)	52.3 ± 17.5
Calificación APACHE II	10.9 ± 7.4
Calificación de SOFA	6.7 ± 3.7
Tipo de paciente quirúrgico, n (%)	52 (54.2)
Paciente con administración de coloides, n (%)	64 (66.7)
Cantidad de coloide administrado, ml	1,031 ± 516.6
Lesión renal aguda, n (%)	27 (28.1)
Estadio 1	12 (44.4)
Estadio 2	9 (33.3)
Estadio 3	6 (22.6)
Terapia de remplazo renal, n (%)	4 (4.2)
Días de estancia en UCI	7 ± 5.4
Mortalidad, n (%)	18 (18.8)

APACHE = acute physiologic and chronic health evaluation, SOFA = sequential organ failure assessment, UCI = unidad de cuidados intensivos

Tabla 2. Causas más frecuentes de ingreso a la UCI

	n	%
Choque hemorrágico	12	12.5
Cirugía de riesgo alto	12	12.5
Choque séptico	11	11.5
Sepsis grave	11	11.5
Choque hipovolémico	5	5.2
Edema cerebral	4	4.2
Pancreatitis aguda	4	4.2
Neumonía	4	4.2
Cetoacidosis diabética	3	3.1
EVC isquémico	3	3.1
Hemorragia subaracnoidea	3	3.1
Insuficiencia respiratoria	3	3.1
Otras	21	21.9

UCI = unidad de cuidados intensivos, EVC = evento vascular cerebral

Tabla 3. Comparación de las características demográficas y clínicas entre pacientes con y sin la administración de coloide.

	Con coloides	Sin coloides	p
n	64	32	
Sexo masculino, n (%)	30 (58.8)	8 (36.4)	0.383
Edad (años)	52.8 ± 17.7	51.5 ± 17	0.510
Calificación APACHE II	11.4 ± 7.1	12 ± 9	0.778
Calificación de SOFA	7.2 ± 3.5	7.6 ± 3.8	0.699
Tipo de paciente quirúrgico, n (%)	27 (52.9)	10 (45.5)	0.148
Lesión renal aguda, n (%)	18 (28.1)	9 (28.1)	
Estadio 1	7 (38.9)	5 (55.6)	0.21
Estadio 2	8 (44.4)	1 (11.1)	
Estadio 3	3 (16.7)	3 (33.3)	
Terapia de remplazo renal, n (%)	2 (6.3)	2 (3.1)	0.470
Días de estancia en UCI	9.4 ± 4.9	6.1 ± 5.9	0.013
Mortalidad, n (%)	8 (15.7)	2 (9.1)	0.267

APACHE = acute physiologic and chronic health evaluation, SOFA = sequential organ failure assesement, UCI = unidad de cuidados intensivos

Tabla 4. Frecuencia de factores de riesgo para lesión renal aguda

	Todos los pacientes	Con coloides	Sin coloides	p
n	96	64	32	
AINEs, n (%)	71 (74)	48 (75)	23 (71.9)	0.742
Antibióticos, n (%)	43 (44.8)	37 (57.8)	6 (18.8)	0.001
Medio de contraste, n (%)	37 (38.7)	24 (37.5)	13 (40.6)	0.767
Diuréticos, n (%)	24 (25)	15 (23.4)	9 (28,1)	0.617
IECAs, n (%)	21 (21.9)	12 (18.8)	9 (28.1)	0.295
Inmunosupresores, n (%)	2 (2.1)	1 (1.6)	1 (3.1)	0.613

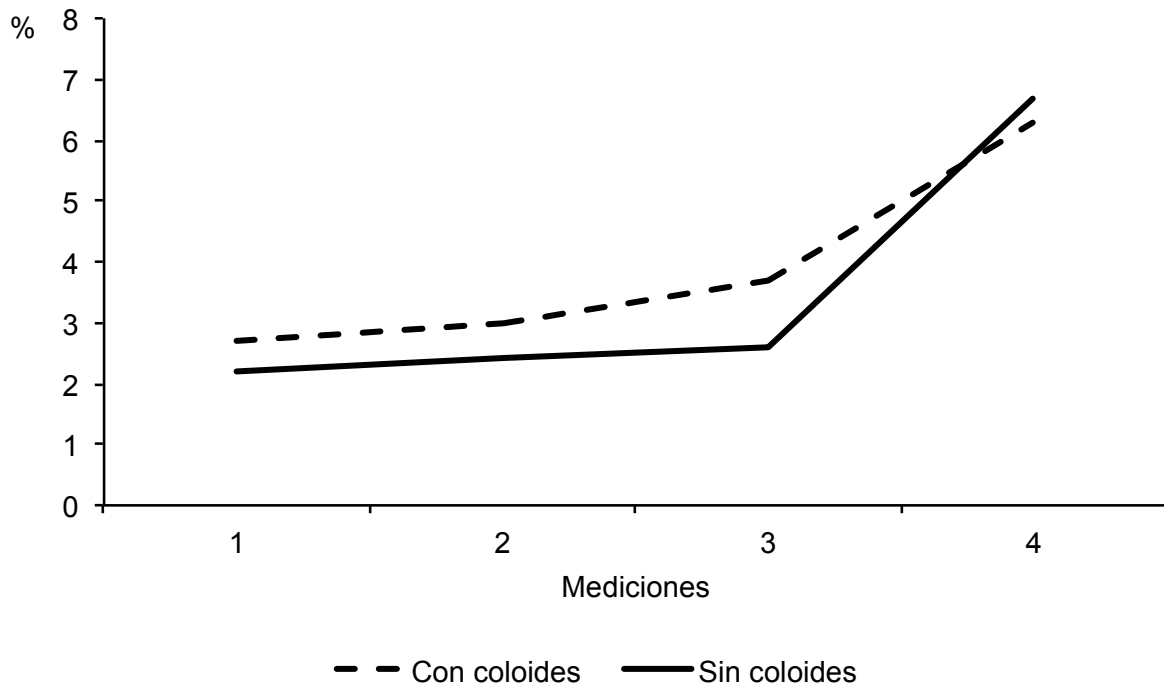
AINEs = antiinflamatorios no esteroideos, IECAs = inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina



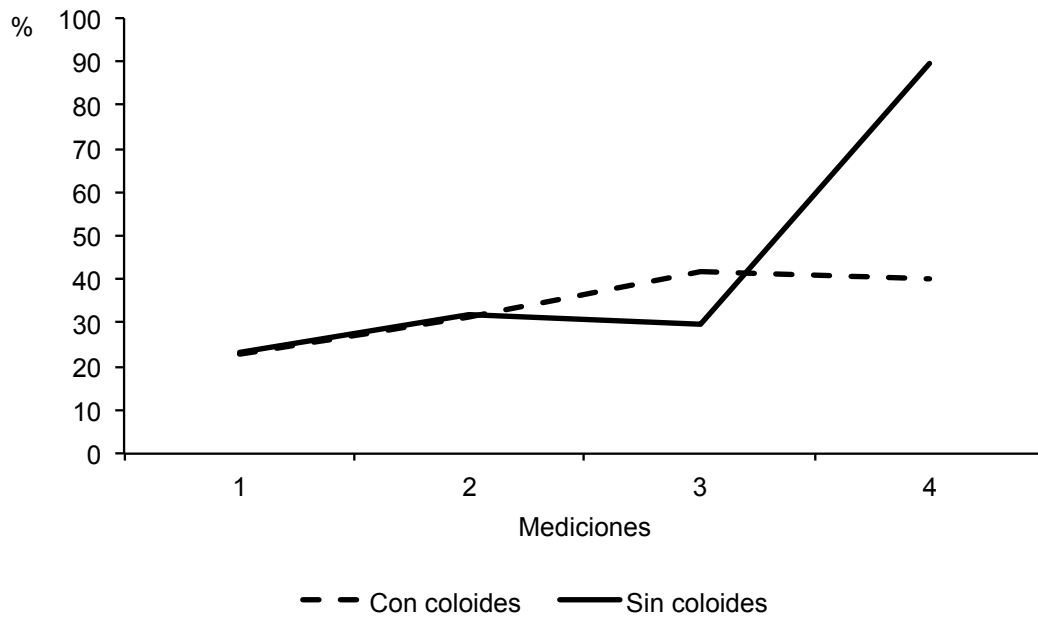
Tabla 5. Frecuencia de alteraciones en las pruebas de función renal

	Todos los pacientes	Con coloides	Sin coloides	p
n	96	64	32	
Disfunción tubular, n (%)	94 (97.9)	63 (98.4)	31 (96.9)	0.613
FeNa	94 (100)	63 (100)	31 (100)	0.613
FeK	46 (48.9)	33 (52.4)	13 (41.9)	0.312
Disfunción glomerular, n (%)	86 (89.6)	58 (90.6)	28 (87.5)	0.637
Uresis (ml//kg/hora)	19 (22.1)	12 (20.7)	7 (25)	0.717
DCrS	86 (100)	58 (100)	28 (100)	0.637

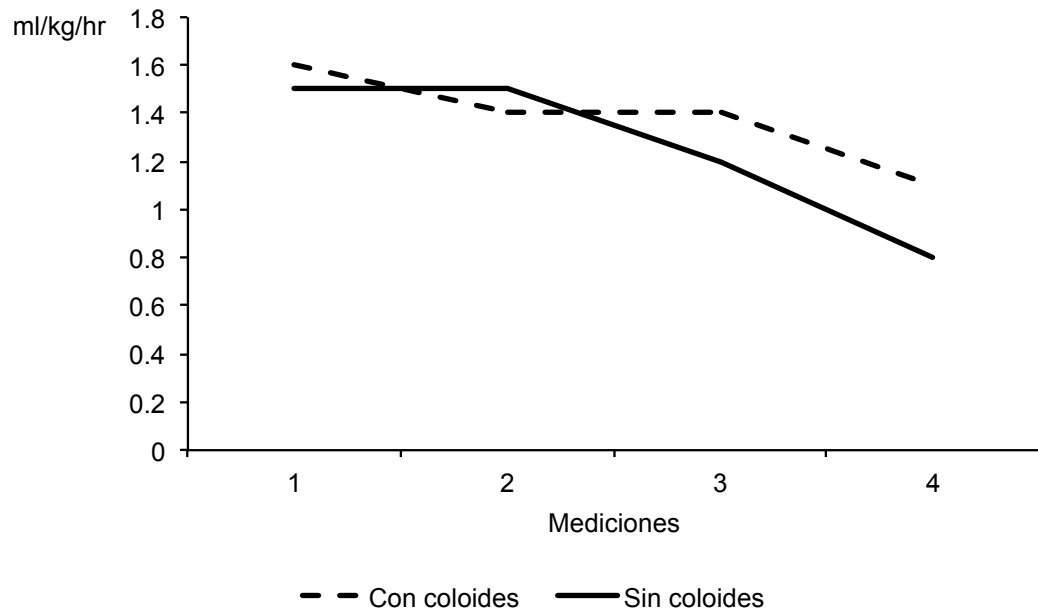
FeNa = fracción de excreción de sodio, FeK = fracción de excreción de potasio, DCrS = depuración de creatinina sérica



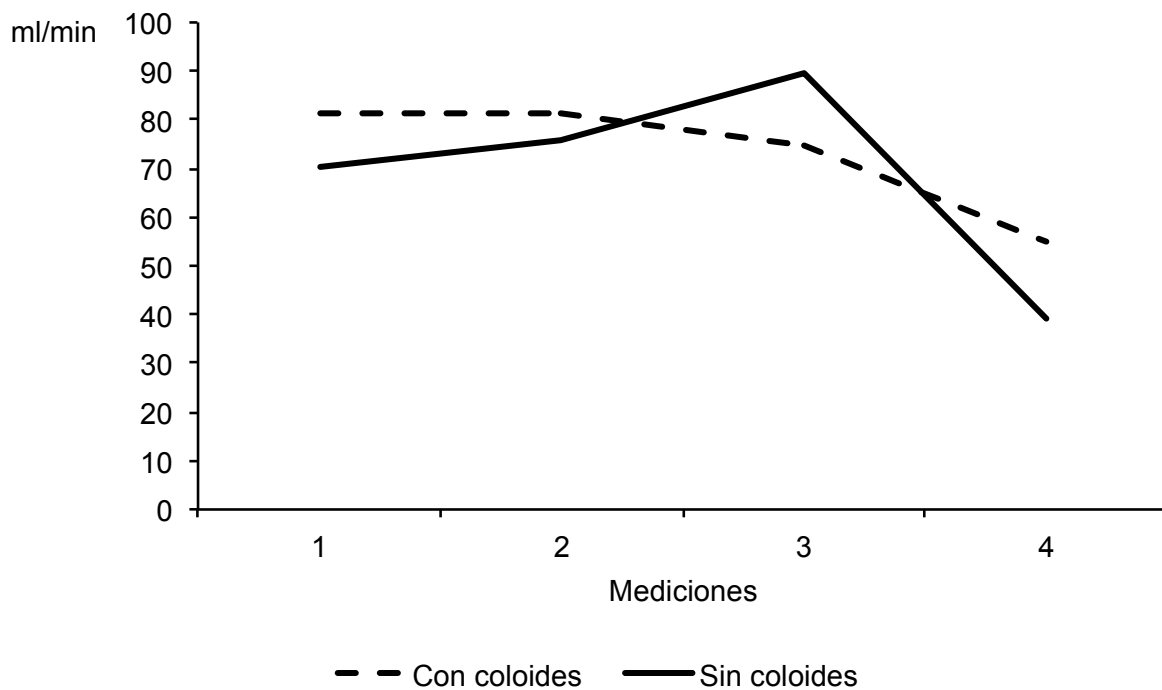
Gráfica 1. Comparación del comportamiento temporal de la FeNa en pacientes con y sin administración de coloides



Gráfica 2. Comparación del comportamiento temporal de la FeK en pacientes con y sin administración de coloides



Gráfica 3. Comparación del comportamiento temporal de la uresis en pacientes con y sin administración de coloides



Gráfica 4. Comparación del comportamiento temporal de la DCrS en pacientes con y sin administración de coloides

Tabla 6. Frecuencia de alteraciones en las pruebas de función renal de acuerdo a la dosis de coloides administrada

	500-999 ml	1000-1499 ml	≥1500 ml	p
n (%)	26 (40.5)	16 (25)	22 (34.4)	
Disfunción tubular, n (%)	23 (88.5)	15 (93.8)	20 (90.9)	0.848
FeNa	26 (100)	16 (100)	21 (95.5)	0.379
FeK	15 (57.7)	7 (43.8)	11 (50)	0.669
Disfunción glomerular, n (%)	26 (100)	16 (100)	21 (95.5)	0.379
Uresis (ml/kg/hora)	5 (19.2)	1 (6.3)	6 (27.3)	0.260
DCrS	23 (88.5)	15 (93.8)	20 (90.9)	0.848

FeNa = fracción de excreción de sodio, FeK = fracción de excreción de potasio, DCrS = depuración de creatinina sérica

## DISCUSIÓN

La reanimación hídrica con almidones para restaurar y mantener la perfusión tisular es frecuentemente utilizada en pacientes gravemente enfermos.<sup>1</sup> Recientemente, la bioseguridad del uso de almidones ha sido cuestionada por estudios que reportan que los pacientes que reciben este tipo de líquidos tienen mayor frecuencia de LRA, necesidad de TRR, estancia hospitalaria y mortalidad.<sup>5,6</sup> Sin embargo, los estudios realizados a la fecha no documentan las alteraciones específicas en la función renal, que ocurren como consecuencia del uso de almidones. Nosotros realizamos un estudio prospectivo para documentar las alteraciones de las pruebas de función renal (tubular y glomerular) que ocurren en pacientes críticamente enfermos que son reanimados con almidones y compararlas con las de aquellos que recibieron sólo cristaloides.

Perner y colaboradores<sup>6</sup> reportaron una frecuencia de LRA de 10.9% en pacientes con sepsis grave que recibieron almidones. La necesidad de TRR ocurrió en el 9.2% de ellos. En nuestros enfermos, la frecuencia de LRA fue mayor, de 28.1%, pero sólo el 6.3% requirieron TRR. La diferencia en la frecuencia de LRA puede deberse a los criterios empleados para definirla. Ellos utilizaron los criterios RIFLE y nosotros los de la KDIGO. Otra causa puede ser el tipo de pacientes, mientras que nuestros enfermos fueron de múltiples patologías, los de ellos fueron sólo sépticos. La necesidad de TRR en pacientes en quienes no se administraron coloides fue similar en ambos estudios: de 3.1% en el nuestro y de 2.4% en el de Perner y colaboradores.<sup>6</sup>

La frecuencia de alteraciones en las pruebas de función renal fue alta, tanto en los pacientes que recibieron almidones como en aquellos del grupo control, sobre todo en la función tubular. La FeNa fue la prueba de función tubular que más frecuentemente se afectó. De las pruebas de función glomerular, la DCrS fue la que se alteró con más frecuencia. Tanto la

FeNa como la FeK mostraron un incremento progresivo en el transcurso del tiempo. Sin embargo, no encontramos diferencias significativas entre los grupos en ninguna de las 4 mediciones realizadas. De igual manera, las pruebas de función glomerular (uresis y DCrS) disminuyeron progresivamente, pero sin diferencias significativas entre los grupos. Esto nos permite suponer que las alteraciones encontradas son de causa multifactorial y que no sólo se deben a la administración de coloides. Llama la atención que la uresis, que es el parámetro más frecuentemente monitorizado y en el que se basan la mayoría de los criterios para definir LRA, fue el menos alterado en ambos grupos de pacientes. Hasta donde sabemos, no existen estudios similares al nuestro contra los cuales contrastar nuestros resultados.

Además de los almidones, los pacientes gravemente enfermos reciben muchos otros fármacos potencialmente nefrotóxicos. Nosotros registramos la frecuencia de uso de estos agentes y encontramos que solamente los antibióticos fueron utilizados con mayor frecuencia en los enfermos que recibieron coloides. Por otro lado, el tipo de patología y su gravedad también son factores que alteran la función renal. En nuestros enfermos, las causas más frecuentes de ingreso a la UCI fueron las relacionadas con hipoperfusión tisular, como el choque y la sepsis, y su distribución fue similar en ambos grupos. La gravedad de la enfermedad y de la disfunción orgánica no renal también fueron similares entre los grupos. Esto nuevamente hace suponer la multifactorialidad en la etiología de la disfunción renal en el paciente grave y está de acuerdo con lo reportado por Muller y colaboradores<sup>8</sup> y Brunkhorst y colaboradores,<sup>5</sup> quienes encontraron mayor incidencia de LRA en pacientes con comorbilidades previas.

Existe la posibilidad de que la disfunción renal asociada a la administración de coloides sea dependiente de dosis. Nosotros exploramos este aspecto y no encontramos diferencias

significativas en la frecuencia de disfunciones tubular y/o glomerular entre las tres categorías de dosis que analizamos.

La frecuencia de LRA entre nuestros grupos de estudio fue similar, lo que contrasta con lo reportado previamente.<sup>5,6</sup> Por otro lado, la necesidad de TRR fue más frecuente en nuestros pacientes que recibieron coloides, aunque la diferencia no fue significativa. La estancia en la UCI fue significativamente mayor con el uso de coloides, lo que está de acuerdo con lo reportado por otros autores.<sup>6,9,10</sup> Finalmente, en relación a la mortalidad, aunque fue más alta en los enfermos que recibieron coloides, la diferencia no fue estadísticamente significativa.

Nuestros resultados concuerdan en términos generales con lo reportado por el estudio Cochrane,<sup>2</sup> que establece que la reanimación con coloides es segura y contribuye a reducir el riesgo de muerte en pacientes críticamente enfermos, sobre todo en aquellos con trauma, quemaduras y cirugía de riesgo alto.

## CONCLUSIONES

- La frecuencia de alteraciones en la función renal de los pacientes gravemente enfermos es alta.
- Las alteraciones de la función tubular son más frecuentes que las alteraciones de la función glomerular.
- El parámetro de función tubular más frecuentemente afectado es la FeNa.
- El parámetro de función glomerular más frecuentemente afectado es la DCrS.
- La administración de hidroxietilalmidón al 6% no se asoció con mayor frecuencia de alteraciones en las pruebas de función renal ni a mayor necesidad de TRR o mortalidad.
- La dosis de hidroxietilalmidón al 6% no está relacionada con la frecuencia de alteraciones en las pruebas de función renal.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Martin GS, Matthay MA, Evans TW et al. Evidence-based colloid use in the critically ill: American Thoracic Society Consensus Statement. *Am J Respir Crit Care Med* 2004; 170, 1247–59.
2. Perel P, Roberts I, Pearson M. Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation in critically ill patients. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2007; 4: CD000567.
3. Wan L, Bellomo R, May CN. A comparison of 4% succinylated gelatin solution versus normal saline in stable normovolaemic sheep: global haemodynamic, regional blood flow and oxygen delivery effects. *Anaesth Intensive Care* 2007;35:924-31.
4. John A, Myburgh MB, Michael G, et al. Resuscitation Fluids. *N Engl J Med* 2013;369:1243-51.
5. Brunkhorst FM, Engel C, Bloos F, et al. Intensive insulin therapy and pentastarch resuscitation in severe sepsis. *N Engl J Med* 2008;358:125-39.
6. Perner A, Haase N, Guttormsen AB, et al. Hydroxyethyl starch 130/0.42 versus Ringer's acetate in severe sepsis. *N Engl J Med* 2012;367:124-34.
7. Schortgen F, Brochard L. Colloid-induced kidney injury: experimental evidence may help to understand mechanisms. *Crit Care* 2009;3:130.
8. Muller et al.: Fluid management and risk factors for renal dysfunction in patients with severe sepsis and/or septic shock. *Critical Care* 2012 16:R34.
9. Schick MA, Isbary TJ, Schlegel N, et al. The impact of crystalloid and colloid infusion on the kidney in rodent sepsis. *Intensive Care Med* 2010;36:541-8.
10. Gattas DJ, Dan A, Myburgh J, et al. Fluid resuscitation with 6% hydroxyethyl starch (130/0.4) in acutely ill patients: an updated systematic review and meta-analysis. *Anaesth Analg* 2012;114:159-69.



11. Reid F, Lobo DN, Williams RN, et al. (Ab)normal saline and physiological Hartmann's solution: a randomized double-blind crossover study. *Clin Sci* 2003;104:17-24.
12. Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, et al. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med* 1985;13:818-29.
13. Vincent JL, Moreno R, Takala J, et al. The SOFA (sepsis-related organ failure assessment) score to describe organ dysfunction/failure. *Intensive Care Med* 1996;22:707-10.
14. Zarychansky R, Abou-Setta AM, Turgeon AF, et al. Association of hydroxyethyl starch administration with mortality and acute kidney injury in critically ill patients requiring volume resuscitation. *JAMA* 2013;309:678-88.

Anexo 1.

## FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE LAS PRUEBAS DE FUNCIÓN RENAL

Pruebas de función tubular

$$\text{FeNa} = \frac{\text{DNa} \times 100}{\text{DCr}}$$

En donde DNa es la depuración de sodio y DCr es la depuración de creatinina.

$$\text{DNa} = \frac{\text{Sodio urinario} \times \text{V} \times 1.73}{\text{Sodio sérico} \times \text{SC}}$$

En donde V es el volumen urinario medido en 24 horas y SC es el área de superficie corporal.

$$\text{FeK} = \frac{\text{DK} \times 100}{\text{DCr}}$$

En donde DK es la depuración de potasio y DCr es la depuración de creatinina.

$$\text{DK} = \frac{\text{Potasio urinario} \times \text{V} \times 1.73}{\text{Potasio sérico} \times \text{SC}}$$

En donde V es el volumen urinario medido en 24 horas y SC es el área de superficie corporal.

Pruebas de función glomerular

$$\text{DCr} = \frac{\text{Creatinina urinaria} \times \text{V} \times 1.73}{\text{Creatinina sérica} \times \text{SC}}$$

En donde V es el volumen urinario medido en 24 horas y SC es el área de superficie corporal.

Uresis = ml/kg/hora

En donde ml es el volumen urinario en mililitros medido en determinado número de horas, kg es el peso del paciente en kilogramos y hora es la cantidad de horas en que fue recolectado el volumen urinario.