

Terapia de reemplazo renal continua. Conceptos, indicaciones y aspectos básicos de su programación

Miguel Ángel Sosa-Medellín,¹ José Antonio Luviano-García²

Resumen

La insuficiencia renal aguda se define como la pérdida de función del riñón ocasionada por diversas causas, desde la infección hasta la ingesta de fármacos, esta entidad sigue teniendo alta morbilidad y mortalidad en las unidades de cuidados críticos, el tratamiento de esta enfermedad va desde la propia protección renal hasta la sustitución artificial de las funciones del riñón lesionado; en la actualidad la terapia de reemplazo renal continua se ha utilizado como soporte renal, ofreciendo mayor estabilidad clínica a los pacientes más inestables, en esta revisión se comentan conceptos e indicaciones, así como el método de programación.

PALABRAS CLAVE: Insuficiencia renal aguda; terapia de reemplazo renal; sepsis; diálisis renal.

Med Int Méx. 2018 March;34(2):288-298.

Continuous renal replacement therapy. Concepts, indications and basic aspects of its program.

Miguel Ángel Sosa-Medellín,¹ José Antonio Luviano-García²

Abstract

Acute renal failure, defined as the loss of kidney function caused by various causes, from infection to the intake of drugs, has still a high mortality in critical care units, the therapy of this disease is from its own protection to the artificial kidney replacement of injured kidney functions, currently the continuous renal replacement therapy has been used as a way of renal support, providing greater clinical stability in the most unstable patients, this review discusses concepts and indications, as well as the programming method.

KEYWORDS: Acute renal failure; Renal replacement therapy, Critical care units; Sepsis; Renal dialysis.

¹ Médico especialista en Medicina de Urgencias y especialista en Medicina del Enfermo en Estado Crítico. Adscrito a la Unidad de Cuidados Intensivos de Trauma Adultos, Unidad Médica de Alta Especialidad núm. 21, Monterrey, NL, IMSS.

² Maestría en Educación. Médico especialista en Medicina del Enfermo en Estado Crítico, Jefe del Servicio de Áreas Críticas, Hospital Clínica Nova, San Nicolás de los Garza, Nuevo León.

Recibido: 3 de octubre 2017

Aceptado: enero 2018

Correspondencia

Dr. Miguel Ángel Sosa Medellín
drmiguelsoa221183@gmail.com

Este artículo debe citarse como

Sosa-Medellín MA, Luviano-García JA. Terapia de reemplazo renal continua. Conceptos, indicaciones y aspectos básicos de su programación. Med Int Méx. 2018 mar;34(2):288-298.

DOI: <https://doi.org/10.24245/mim.v34i2.1652>

ANTECEDENTES

La insuficiencia renal aguda se define como la disminución de la capacidad renal para llevar a cabo sus funciones, que puede tener aparición rápida. Esta disfunción ocasiona que se acumule agua, solutos y metabolitos tóxicos en el organismo. Esta alteración en el funcionamiento renal puede ocurrir con o sin lesión renal evidente o puede manifestarse como exacerbación en un paciente con una lesión previa.^{1,2}

La incidencia de insuficiencia renal aguda en los pacientes críticos varía entre 35 y 50%, los cuadros de sepsis son la principal causa de insuficiencia renal aguda en terapia intensiva, otras enfermedades pueden desencadenar un cuadro de insuficiencia renal aguda, como traumatismo, cirugías, cirugía cardíaca, insuficiencia cardíaca, enfermedades autoinmunitarias, la ingesta de fármacos, etc.^{1,3,4}

La insuficiencia renal aguda se vincula con mayor mortalidad en terapia intensiva. En nuestro país encontramos los siguientes resultados publicados: en 2006 el trabajo de Moreno y colaboradores reportó mortalidad cercana a 50% cuando es concomitante con sepsis y Chávez en 2010, en un trabajo multicéntrico, reportó 72% de pacientes en terapia intensiva con insuficiencia renal aguda y su causa más frecuente fue la disfunción multiorgánica con 35%.^{2,5}

Los grupos de investigación de ADQUI (*Acute Dialysis Quality Initiative*) y AKIN (*Acute Kidney Injury Network*) trabajaron para obtener una clasificación y propusieron las escalas RIFLE y AKIN (**Cuadros 1 y 2**). Ambas clasificaciones se han comparado y los resultados en cuanto a mortalidad son similares entre ambos métodos y tienden a aumentar a medida que avanza la gravedad de la insuficiencia renal aguda. AKIN, a diferencia de RIFLE, requiere dos mediciones de creatinina en un lapso de 48 horas para

Cuadro 1. Escala RIFLE

RIFLE	Creatinina sérica (CR)	Diuresis
R (riesgo)	Incremento 1.5 veces la CR basal. FG disminuida > 25%	< 0.5 mL/kg/h por 6 horas
I (daño)	Incremento 2 veces la CR basal. FG disminuido > 50%	< 0.5 mL/kg/h por 12 horas
F (insuficiencia)	Incremento 3 veces la CR basal o CR > 4 mg/dL IRA sobre IRC. FG disminuido > 75%	< 0.3 mL/kg/h por 24 horas o anuria por 12 horas
L (pérdida)	Pérdida de la función renal > 4 semanas	
E (final)	Insuficiencia renal estadio terminal (> 3 meses).	

IRC: insuficiencia renal aguda; FG: filtrado glomerular.

Cuadro 2. Escala AKIN

AKIN	Creatinina sérica (CR)	Flujo urinario (FU)
1	Aumento de CR > 0.3 mg/dL o 1.5 a 2 veces de la concentración basal	< 0.5 mL/kg/h más de 6 horas
2	Aumento de CR > 2 a 3 veces de la concentración basal	< 0.5 mL/kg/h más de 2 horas
3	Aumento de CR > 3 veces de la concentración basal o CR ≥ 4 mg/dL	< 0.3 mL/kg/h más de 24 horas o anuria de 12 horas.

Sólo debe tomarse un criterio (flujo urinario o creatinina sérica) para clasificar. Los pacientes que reciben terapia de reemplazo renal se consideran categoría 3 independientemente de la etapa en que se inicie. Las etapas 1, 2 y 3 corresponden a las etapas R, I y F de RIFLE, respectivamente. Esta clasificación exige dos mediciones de creatinina separadas de 48 horas, el primer valor es el basal.

establecer el diagnóstico de insuficiencia renal aguda.^{3,6}

El tratamiento de la insuficiencia renal aguda varía desde la protección renal hasta la terapia de reemplazo renal, actualmente en terapia intensiva se cuenta con la herramienta de terapia

de reemplazo renal continua, el objetivo de esta revisión fue reunir los conceptos, terminología, modalidades, sus principales indicaciones, así como aspectos básicos de su programación, para tratar de comprender y facilitar la prescripción de esta terapia.

Terapia de reemplazo renal continua: modalidades, conceptos y terminología

El término terapia de reemplazo renal continua se refiere a las terapias que purifican la sangre en forma extracorpórea, sustituyendo la función renal en forma continua durante las 24 horas del día, esta modalidad tuvo su inicio en 1977 por Kramer.⁷

A continuación mencionaremos algunos conceptos para entender con más facilidad la terapia de reemplazo renal continua.

Ultrafiltrado. Se llama así al fluido recogido en la bolsa distal al hemofiltro (**Figura 1**), es decir, la cantidad de agua eliminada del plasma circulante de la sangre; ésta forma parte del volumen de efluente. En algunos sitios se le conoce como extracción.

Líquido de diálisis o dializante. Fluido que se instala en contracorriente del filtro de la sangre.

Líquido efluente. Es la suma del líquido dializante más el ultrafiltrado (líquido que se colecta en bolsa distal o final).

Líquido de sustitución o de reinyección. Es el fluido que se instala antes del filtro o después de éste para reemplazar el volumen de ultrafiltrado.⁸

La terapia de reemplazo renal continua tiene cuatro modalidades que pueden usarse en diversas enfermedades y diversos escenarios clínicos: 1) ultrafiltración lenta continua, 2) hemofiltración venovenosa continua, 3) hemodiálisis

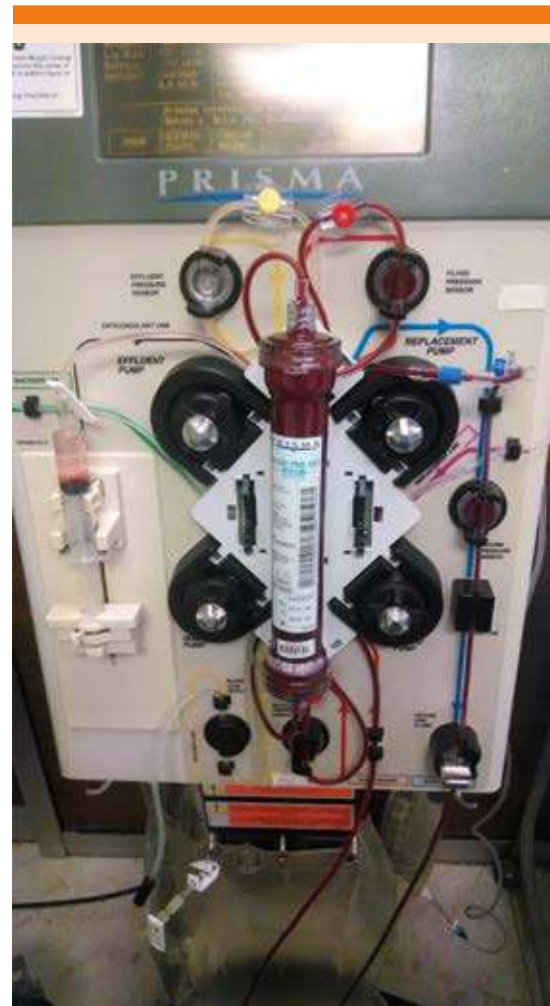


Figura 1. Equipo de terapia de reemplazo renal continua. La flecha amarilla muestra el hemofiltro, la flecha azul, el líquido de reinyección o de sustitución, la flecha verde, dónde se recoge el total de líquido efluente, la flecha negra, el líquido de diálisis.

venovenosa continua, 4) hemodiafiltración venovenosa continua.

Ultrafiltración lenta continua. En esta modalidad la principal utilidad reside en poder controlar el balance hídrico de los pacientes, como en la sobrecarga hídrica (insuficiencia cardíaca congestiva). En esta técnica no hay líquido de

sustitución ni reemplazo porque el objetivo primordial es retirar el exceso de volumen (**Figura 2**).⁹

Hemofiltración venovenosa continua. Esta modalidad consiste en hacer pasar el flujo de sangre a través de un filtro de alta permeabilidad hidráulica. El mecanismo que se utiliza es el convectivo. Es decir, se transporta agua y solutos a través de un filtro al ejercer una presión, que está dada por bomba de rodillos (circuito venovenoso). En esta variante de terapia el ultrafiltrado es mayor a las pérdidas del paciente, por tanto, se necesitará líquido de sustitución, por tanto, se necesitará líquido de sustitución (**Figura 3**).⁹

Hemodiálisis venovenosa continua. En esta modalidad se usa la difusión como principal fuente de mejora del fluido tratado, éste consiste en hacer pasar un flujo lento del dializante a contracorriente del flujo sanguíneo, consiguiendo así la difusión de moléculas de pequeño tamaño. En este método no se necesita de líquido de reinyección (**Figura 4**).⁹

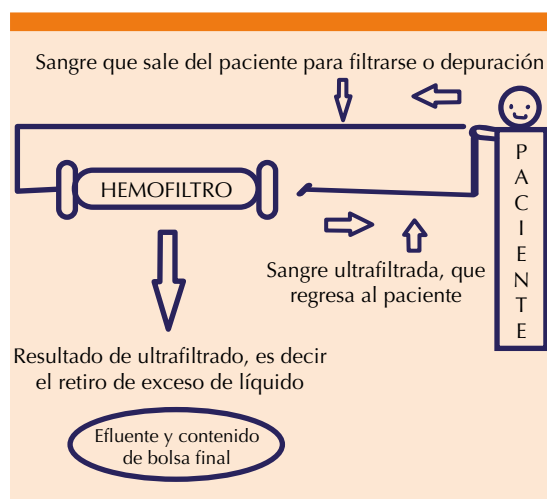


Figura 2. Ejemplo de funcionamiento de ultrafiltración lenta continua. El contenido a filtrar es la cantidad de sangre que comenzará a ser manejada para extraer líquido programado.

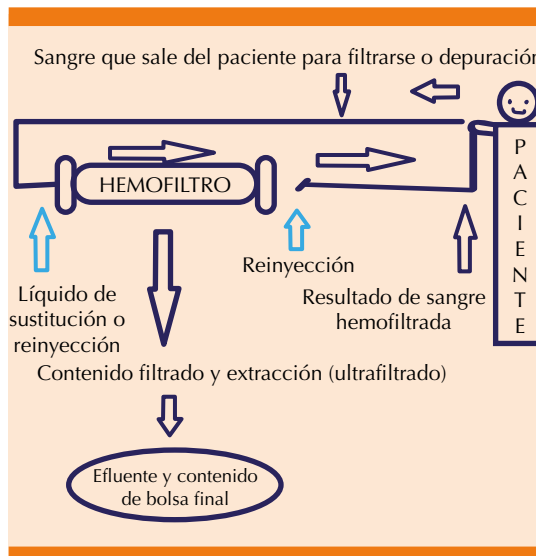


Figura 3. Ejemplo de funcionamiento de hemofiltración venovenosa continua. El líquido de sustitución o reinyección (flechas azules) puede usarse antes o después de filtro, lo que dependerá del equipo con el que se cuente, en este caso el efluente o líquido final será el ultrafiltrado.

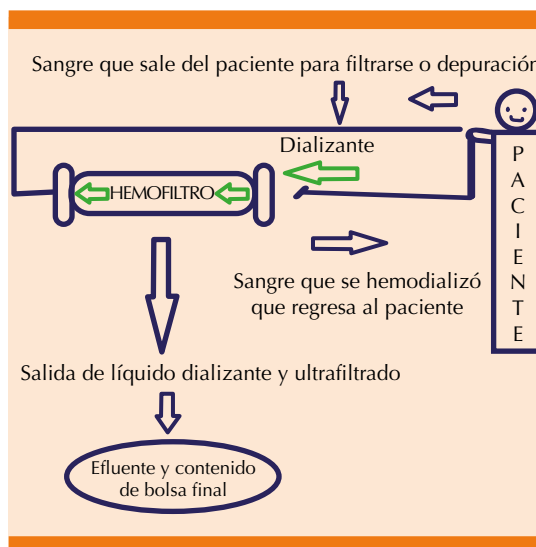


Figura 4. Ejemplo de hemodiálisis venovenosa continua. La flecha verde es el flujo del líquido dializante en contracorriente que permite la difusión de las moléculas, el efluente consiste en el líquido dializado y puede agregarse extracción o ultrafiltrado.

Hemodiafiltración venovenosa continua. Esta modalidad combina los beneficios de hemodíalisis venovenosa continua + hemofiltración venovenosa continua, es decir, se utilizan dos métodos de reemplazo renal, la convección y la difusión. Con esta combinación pueden eliminarse partículas de mayor peso molecular (> 1000 Da), como es el caso de insuficiencia renal inducida por trauma (rabdomiólisis). Al utilizar esta modalidad es necesaria la reinyección para conseguir el adecuado equilibrio de fluidos (**Figura 5**).^{9,10}

Indicaciones

La indicación del inicio de terapia de reemplazo renal continua no está del todo clara; la indicación precisa de este método es ante una situación clínica que requiere que se corrija el funcionamiento renal, por tanto, la decisión de en qué momento se iniciará será tomada por los médicos de terapia intensiva. Sin embargo,

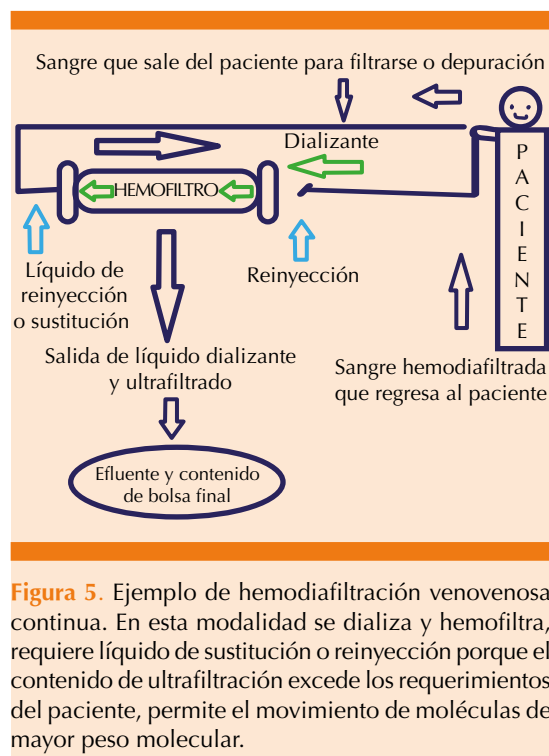


Figura 5. Ejemplo de hemodiafiltración venovenosa continua. En esta modalidad se dializa y hemofiltrar, requiere líquido de sustitución o reinyección porque el contenido de ultrafiltración excede los requerimientos del paciente, permite el movimiento de moléculas de mayor peso molecular.

en el trabajo que realizó Jung y colaboradores, donde se analizó el inicio temprano de la terapia de reemplazo renal continua, se encontró mayor beneficio al iniciar el procedimiento de manera temprana. Las indicaciones absolutas son: acidosis metabólica severa, sobrecarga hídrica resistente a diuréticos, intoxicaciones susceptibles de curarse, las alteraciones electrolíticas graves y que el paciente se encuentre hemodinámicamente inestable. Al tomar en cuenta las escalas AKIN Y RIFLE, Canseco y su grupo, en 2010, iniciaron la terapia en estadio I y F de RIFLE, equivalente a los estadios 2 y 3 de la escala AKIN, se observó respuesta adecuada a la depuración y estabilidad clínica.^{6,8,11,12} En el **Cuadro 3** se muestran las indicaciones de la terapia de reemplazo renal continua.

Los beneficios adicionales que esta terapia ofrece es la posibilidad de mantener la eliminación de volumen y personalizar los líquidos de sustitución de acuerdo con el estado clínico del paciente y combinar los métodos de depuración, así como mantener mayor estabilidad hemodinámica por efectos clínicos y bioquímicos.^{6,8,13}

Cuadro 3. Indicaciones de terapia de reemplazo renal continua

Indicaciones	Comentario
Acidosis grave	Típicamente pH < 7.0
Uremia severa	Asociada con neuropatía, miopatía, encefalopatía o pericarditis
Hipervolemia	Edema pulmonar por congestión, edema abdominal asociado con oliguria o anuria
Hipercalcemia y otros electrolitos	Generalmente potasio > 6.5 mmol/L, hipernatremia severa
Intoxicaciones	Procainamida, litio, fenformina, salicilatos, medio de contraste y resto de compuestos dializables
Rabdomiólisis	En pacientes con lesiones de aplastamiento, para prevenir complicaciones. Se puede barrer mioglobina
Sepsis	Mediadores inflamatorios

Accesos vasculares

El éxito de una buena terapia de reemplazo renal continua depende del éxito del funcionamiento del acceso venoso y del catéter que se elija, en los adultos se prefiere un catéter de doble lumen que mida 11-12 Fr para cada lumen. En nuestro centro de trabajo el más usado es el catéter Mahurkar. A diferencia de lo que se cree en algunos centros, de que el uso de un acceso subclavio es más seguro para canalizar un vaso donde se llevará a cabo una terapia de sustitución, debido a menos eventos de infecciones, alguna evidencia científica muestra que esta vía puede acarrear mayores complicaciones al momento de someter a un paciente a terapia de reemplazo renal continua, porque las complicaciones pueden ser trombosis y estenosis de ese vaso, además, las tasas de infecciones por accesos femorales se reportan bajas con cuidados de rutina de terapia intensiva, con aumento del riesgo en pacientes obesos. El acceso subclavio queda como última opción al momento de usar una vía. Las vías más recomendadas para acceso es la vía venosa femoral y la vena yugular derecha (la principal) seguida de la vena yugular izquierda. Algunos recomiendan la vía de acceso femoral como primera opción porque el sitio de acceso es fácil y se evitan problemas con el circuito del aparato.^{8,9,14}

Anticoagulación

La anticoagulación del circuito del equipo para terapia de reemplazo renal continua es necesaria porque la trombosis del filtro ocasiona el funcionamiento inadecuado y más costos para la terapia sustitutiva. Una vez que la sangre entra en contacto con el circuito se activan los sistemas de coagulación de la sangre de manera que debe acompañarse de un método que evite que esto suceda.⁸

Las alternativas son administrar heparina no fraccionada a dosis de 40 UI/kg en bolo seguida

de una infusión de 5-15 UI/kg/h, tomando como control TTPA con intervalo 1.5-2 veces del valor normal (35-45 seg).

También puede administrarse enoxaparina a dosis de carga de 0.15 mg/kg e infusión de 0.05 mg/kg/h utilizando control de factor anti-Xa 0.25-0.35 UI/mL, esta medida es más costosa. En los pacientes que padezcan trombocitopenia secundaria a heparina una opción es argatroban a dosis de 30 µg/kg/h y vigilar TTp cada 12 horas. Existen otras alternativas, como citrato y prostaglandinas que en nuestro medio no es de prescripción frecuente; sin embargo, el citrato cuenta con un grado fuerte de recomendación.⁸

Algunos pacientes tienen riesgo de sangrado debido a su estado clínico. Los pacientes que cumplan los siguientes criterios pueden no requerir terapia de anticoagulación: 1) plaquetas < 70,000, 2) TTPA > 65 seg, 3) INR > 2, 4) coagulación intravascular diseminada, 5) hemorragia espontánea mayor.⁹

Fluidos de reemplazo y diálisis

Existe una variada cantidad de líquidos de sustitución que están disponibles para usarse en las modalidades en que se utilice la hemofiltración, la elección dependerá de las características del paciente y los objetivos metabólicos de cada uno. Los preparados de Gambro (*prisma set*) o de Baxter (*plasma lyte*) son de primera línea. Las recomendaciones actuales no concluyen cuál debe utilizarse; sin embargo, al momento de elegir líquidos de diálisis en un paciente con hipercalcemia se prefiere utilizar bolsas sin aporte de potasio y cuando no tenga alteraciones electrolíticas, con preparados convencionales. Se agregará bicarbonato de acuerdo con el estado metabólico del paciente (acidosis metabólica), se programará a velocidad de 1000 cc/h y se podría aumentar hasta 4500 mL/h. Debe recordarse

que al aumentar el líquido de reinyección pude aumentar la depuración de solutos.⁸

En el **Cuadro 4** se indican líquidos de sustitución y líquidos de diálisis.

Programación de terapia de reemplazo renal continua y situaciones especiales

La dosis óptima de terapia de reemplazo renal continua dependerá de las características patológicas que acompañen a un paciente, es decir, su equilibrio hídrico, su estado de nutrición, etc. La dosis que debe administrarse aún sigue en controversia, la dosis que recomienda Ronco puede ser aceptada, dosis más altas, de más de 40 mL/kg/h de efluente no han demostrado mejor efecto en la mortalidad, por tanto, podría administrarse una dosis de 25-35 mL/kg/h (efluente). Sin embargo, en la última revisión en este año el grupo de trabajo de Bagshaw recomienda una dosis mínima de 20-25 mL/kg/h.¹⁵ En una revisión sistemática y metanálisis realizados por Zhang y su grupo, donde buscaron la efectividad de manejo intensivo de terapia de reemplazo renal continua con dosis más altas y de mayor flujo en una población de 1803 pacientes con terapia de

reemplazo renal continua, sus resultados fueron que la mortalidad no se ve afectada a pesar del aumento de la dosis.¹⁶

En otro estudio realizado por Zhang y su grupo, en el que administraron dosis de 50 a 85 mL/kg/h en 280 pacientes, no se encontraron efectos en la mortalidad a 90 días.¹⁷

En otro estudio Navas y colaboradores encontraron beneficio adicional con la terapia de reemplazo renal continua con dosis de 35 mL/kg/h.¹⁸ El mejor indicador de qué dosis administrar hasta este momento es seguir las condiciones clínicas del paciente y los resultados bioquímicos y metabólicos.⁸

Una vez que el paciente está en terapia intensiva y requiere terapia de reemplazo renal continua comenzaremos con los pasos básicos de su programación:

1. Determinar la modalidad que vamos a utilizar de acuerdo con la enfermedad.
2. Calcular la anticoagulación si es necesario.

Cuadro 4. Líquidos y contenidos de sustitución

Electrólitos	Plasma (mEq/L)	Fisiológico 0.9%	Solución a 0.45 % con 75 mEq NaHCO ₃	Solución inyectable con 150 mEq NaHCO ₃	Prismasate 4 K+	Prismasate 0 K+	Plasma-lyte
Sodio	135-145	154	152	150	140	140	140
Cloro	100-108	154	77	0	113	109.5	98
Potasio	3.5-5.0	0	0	0	5	0	5
Magnesio	1.5-2.0	0	0	0	1.5	1	3
Lactato	0.5-2.0	0	0	0	3	3	0
Bicarbonato	22-26	0	75	150	32	32	0
Glucosa	70-110	0	0	0	110	0	0
Acetato	0	0	0	0	0	0	27
Calcio	2.3-2.6	0	0	0	2.5	3.5	0
Osmolaridad	280-296	308	304	0	300	287	294
Gluconato	0	0	0	0	0	0	23

3. Preparar la máquina con solución fisiológica 0.9% 1000 cc, si es autorizado se cebará con 5000 UI de heparina no fraccionada.
4. Ajustar el flujo de bomba sanguíneo, que puede iniciarse en 100 mL/min y puede incrementarse a 200 mL/min o más si se utiliza modalidad de hemofiltración venovenosa continua para poder aumentar el aclarado de la sangre o barrido de partículas que se deseen depurar. La fracción de filtración (UF/flujo sangre) debe ser menor de 25%. Por ejemplo, una cantidad de efluente de 3750 mL requerirá un flujo sangre de 250 mL/min. De manera que $250 \text{ mL/min} \times \text{una hora} = 15 \text{ L/h}$ de flujo sangre, $15 \text{ L}/4 = 3.75 \text{ L} = 25\%$ de flujo sangre, donde 4 representa 25% de un entero.
5. Elegir el líquido de sustitución, puede iniciarse con un volumen de 1000 mL/h y puede incrementarse de 500 mL/hora y aumentar hasta 4500 mL, lo que dependerá de los resultados de laboratorio de electrolitos séricos, creatinina y BUN. Este líquido depende de la modalidad a elegir o administrar una dosis de convección de 15 mL/kg/h.
6. Elegir el líquido de diálisis de acuerdo con las características del paciente y de acuerdo con la modalidad. Puede iniciar 0-4500 mL/h, por lo general, iniciando a 1000 mL/h o dosis de 10 mL/kg/h, de manera que al sumar la dosis de convección y dializante obtendremos 25 mL/kg/h ($15 \text{ mL/kg/h} + 10 \text{ mL/kg/h}$).
7. La extracción dependerá del paciente y modalidad, comenzando con 50 a 100 mL/h y utilizando hasta 2000 mL/h de ultrafiltrado.
8. Se recomienda solicitar estudios de laboratorio cada 6-8 horas, que incluya

biometría hemática, química sanguínea, electrolitos completos, gasometrías, TTP e INR (**Cuadros 5 y 6**).⁸

En todos los pacientes que reciban terapia de reemplazo renal continua deben tomarse en cuenta varias situaciones especiales que son importantes para su estado durante el tiempo en que será hospitalizado en terapia intensiva, una de las situaciones debe ser la nutrición porque someterse a esta terapia puede ocasionar ciertos desequilibrios metabólicos y puede ocasionar eventos negativos en el paciente. Se recomienda que el aporte de nutrientes sea de 25-35 kcal/kg/d con 60-70% de carbohidratos y 30-40% de lípidos. Las proteínas se recomiendan a razón de 1.5-2.0 g/kg/d. Los electrolitos, como K, P y Mg requieren vigilancia; debe mantenerse a los pacientes sobre todo con concentraciones de $K > 4 \text{ mEq/L}$ (**Cuadro 7**), además, aportar P al líquido de sustitución, en el caso del Mg, pueden requerirse bolos intravenosos para su corrección. También debe tomarse en cuenta el aporte de vitaminas hidrosolubles, como las vitaminas del complejo B, la vitamina C y las liposolubles, como las vitaminas E, K, A y los oligoelementos.¹⁹

Las alteraciones electrolíticas tienen especial atención, así como la azoemia, que se aliviará al incrementar el flujo de reinyección y de diálisis, en cuanto a la hiponatremia, pueden añadirse soluciones de NaCl a 3%, 70 mL por bolsa de 5 L. En hipernatremia pueden administrarse soluciones glucosadas a 5% en infusión o soluciones al $\frac{1}{2}$ osmolar, así como calcular la pérdida de agua. En hipocalcemia puede reponerse en forma parenteral, en hipercalcemia se cambiará el líquido de diálisis a uno libre de calcio y se deberá aumentar el dializante con bicarbonato de sodio o el líquido de sustitución.

En la hipomagnesemia deberá reponerse en forma parenteral y los valores altos de este

Cuadro 5. Selección de la modalidad de acuerdo con la enfermedad a tratar

Enfermedad	Modalidad	Programación
Manejo de líquidos. Oliguria. Rabdomiólisis. Eliminación de moléculas de mediano tamaño.	Hemofiltración venovenosa continua	Flujo de bomba sangre Reinyección o líquido de sustitución Ultrafiltrado Anticoagulación
Uremia. Solutos.	Hemodiálisis venovenosa continua	Flujo de bomba sangre Líquido de diálisis Ultrafiltrado Anticoagulación
Manejo de líquidos. Sepsis. Eliminación de moléculas de bajo peso molecular. Eliminación de solutos.	Hemodiafiltración venovenosa continua	Flujo de bomba sangre Líquido de sustitución o reinyección Líquido dializante o de diálisis Ultrafiltrado Anticoagulación
Manejo de sobrecarga hídrica, equilibrio de volumen (insuficiencia cardíaca congestiva)	Ultrafiltración lenta continua	Flujo de bomba sangre Ultrafiltrado Anticoagulación

Cuadro 6. Principales modalidades de terapia de reemplazo renal continua y valores de programación

Modalidad	Aclarado de urea (g/d)	Líquido de reemplazo	Dializante	Eliminación de solutos	Ultrafiltrado (mL/h)	Líquido de diálisis (mL/h)
Ultrafiltración lenta continua	1-4	No	No	Convección	100-400	0
Hemofiltración venovenosa continua	22-24	Sí	No	Convección	500-4000	0
Hemodiálisis venovenosa continua	24-30	No	Sí	Difusión	0-350	500-4000
Hemodiafiltración venovenosa continua	36-38	Sí	Sí	Convección y difusión	500-4000	500-4000

Cuadro 7. Recomendaciones para tratamiento de hipocalcemia en terapia de reemplazo renal continua

Concentraciones de potasio sérico (mEq/L)	Potasio a añadir (mEq/L)	mL a añadir por cada litro de líquido de sustitución	mL a añadir a cada 5 litros de líquido de sustitución
5.5 o más	0	No	No
4.5-5.5	3	7.5	37.5
< 4.5	4	10	50

electrolito se manejarán con incremento de bicarbonato de sodio al líquido de diálisis o aumento de la reinyección. En cuanto al fósforo, las medidas serán similares.^{8,20} Otra situación

importante que debemos tener en cuenta en los pacientes con terapia de reemplazo renal continua es la dosificación de antimicrobianos porque durante esta terapia éstos pueden estar con dosis

bajas y ocasionar fracaso en los pacientes con infección. Algunos autores recomiendan vigilar los valores de antimicrobianos en suero cuando se cuente con este método.²¹

Retiro de la terapia de reemplazo renal continua

Una vez que la función renal se ha recuperado, es un criterio absoluto para separar al paciente de la terapia de reemplazo renal continua, si el paciente está estable pero aún requiere sesiones de hemodiálisis para equilibrio hídrico o de solutos, se recomienda cambiar a terapia de hemodiálisis intermitente, sobre todo para disminuir costos.

Otros criterios para el retiro de la terapia de reemplazo renal continua son: 1) diuresis de 400 mL o más al día, 2) trastornos metabólicos curados, 3) no se requiere para eliminar solutos, 4) equilibrio hídrico adecuado.^{8,22}

Terapia de reemplazo renal continua vs hemodiálisis intermitente

La terapia de reemplazo renal continua se ha convertido en una modalidad de soporte renal común en los pacientes con insuficiencia renal aguda en terapia intensiva; sin embargo, no en todos los centros hospitalarios se cuenta con esta modalidad y, por el contrario, cuentan con máquinas para hemodiálisis intermitente. No se ha encontrado diferencia de mortalidad cuando se usa terapia de reemplazo renal continua vs hemodiálisis intermitente, sólo se ha documentado mayor beneficio en pacientes inestables donde se mantiene mejor al enfermo en términos hemodinámicos, a diferencia de cuando se emplea hemodiálisis intermitente.

En el estudio de Vinsonneau y colaboradores, compararon la terapia de reemplazo renal continua vs hemodiálisis intermitente para el tratamiento de la insuficiencia renal aguda,

encontraron que no existe diferencia en cuanto a una modalidad u otra, y concluyeron que la decisión de prescribir terapia de reemplazo renal continua o hemodiálisis intermitente dependerá de los recursos del centro hospitalario.^{23,24}

Ejemplo de programación

Paciente masculino de 50 años de edad con diagnóstico de choque séptico, con peso de 80 kg con presión arterial de 90/50 mmHg, frecuencia cardiaca 100/minuto, frecuencia respiratoria 18/minuto, temperatura 37.8°C, flujos urinarios 0.1 mL/kg/h en las últimas 8 h, con Cr de 3.0 mg/dL, presión capilar pulmonar 20 mmHg con acidosis metabólica, con equilibrio hídrico global de + 9500 mL en las últimas 48 h.

Estamos ante un paciente con una lesión renal aguda, con equilibrio positivo que se sabe condiciona mayor riesgo de mortalidad, sin poder mantener adecuados flujos urinarios y que se beneficiará de la depuración de mediadores inflamatorios por la sepsis, así como de la adecuada extracción de líquido y depuración de solutos por insuficiencia renal. De manera que elegiríamos la modalidad de hemodiafiltración venovenosa continua, que ayudará a remover moléculas de mayor tamaño, en control de líquidos y solutos a extraer. Iniciaremos con la dosis de 30 mL/kg/h, lo que da un volumen de 2400 mL, de esos 2400 mL tomaremos como ultrafiltrado o extracción la cantidad de 100 mL/h, es decir, contribuiremos al retiro de 100 mL/h para iniciar el camino hacia un equilibrio de líquidos neutro a negativo. Un líquido de diálisis de 1000 mL/h y un líquido de reinyección o reinyección de 1300 mL/h, lo que nos da como volumen final los 2400 mL calculados. El flujo se iniciará a 150 mL/min. Asimismo, se otorgará heparina para anticoagulación. Debemos recordar que este manejo es dinámico de acuerdo con las necesidades del paciente.

CONCLUSIONES

La terapia de reemplazo renal continua parece ser un procedimiento seguro y eficaz en pacientes críticamente enfermos y con inestabilidad hemodinámica que requieren hemodiálisis para mantener el equilibrio hidroelectrolítico y de sustancias que pudieran perjudicar la evolución del paciente. Esta terapia permite en forma dinámica modificar, de acuerdo con el estado clínico y bioquímico del paciente, los parámetros del equipo para obtener los resultados deseados. A pesar de que la evidencia científica no muestra resultados en la mortalidad vs la hemodiálisis convencional, sí ofrece beneficio en cuanto a la estabilidad clínica, que la convierte en una opción atractiva para este tipo de pacientes. Esta revisión incluye aspectos básicos, estaremos trabajando en una versión con conceptos y programación avanzada.

REFERENCIAS

- Martínez H, Cosiansi JC, Atienza OA, Altamirano C. La incidencia y prevalencia de la insuficiencia renal aguda en una unidad de terapia intensiva polivalente. *Acta Científica Estudiantil* 2009;7(1):8-16.
- Moreno AA, Díaz de León MA, Briones JC, Briones CG. La insuficiencia renal aguda en México. etiología y mortalidad en los últimos 25 años. *Nefrología Mexicana* 2006;27.
- Regueira T, Andresen M, Mercado M, Downey P. Fisiopatología de la Insuficiencia Renal Aguda Durante la Sepsis. *Med Intensiva* 2011;35(7):424-432.
- Moguel B, Wasung de Lay M, Tella P, Riquelme C, et al. Acute kidney injury in cardiac surgery. *Revista de Investigación Clínica* 2013;65(6):467-475.
- Chávez JP, Sánchez LD. Historia natural de la insuficiencia renal aguda (IRA) en las Unidades de Terapia Intensiva (UTI) mexicanas. Estudio multicéntrico. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* 2010;24(1):18-24.
- Nalesso F, Giuliani A, Basso F, Brendolan A, Ronco C. Tiempo y dosis en terapia de reemplazo renal. *Cir Cir* 2013;81:177-180.
- Torres M. Terapia de reemplazo renal continua. *Nefrología Mexicana*. 1999;20(2).
- Galvagno S, Hong C, Lissauer M, Baker A, et al. Practical considerations for the dosing and adjustment of continuous renal replacement therapy in the intensive care unit. *J Crit Care* 2013;28:1019-1026.
- Gainza FJ. Manual de técnicas continuas de reemplazo renal. Madrid, España: Ergon, 2005.
- Díaz de León MA, Nava A, Meneses J, Moreno AA, González JI, Briones JC. Insuficiencia Renal Aguda en Trauma. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* 2008;22(1):36-41.
- Canseco JE, Luviano JA, Macías MT. Beneficios clínicos de la terapia de reemplazo renal continua en el paciente críticamente enfermo con falla renal aguda. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* 2010;24(2):66-71.
- Jung H, Ho D, Jung Lee M, Mo H, et al. Early initiation of continuous renal replacement therapy improves patient survival in severe progressive septic acute kidney injury. *J Crit Care* 2012;27:743.e18.
- González L, Correa R, Gamba G. Hemodiálisis continua en el tratamiento de la falla renal aguda. *Rev Invest Clín* 2000;52(1):31-38.
- Chua HR, Schneider A, Sherry N, Lotfy N, et al. Initial and extended use of femoral *versus* nonfemoral double-lumen vascular catheters and catheter-related infection during continuous renal replacement therapy. *Am J Kidney Dis* 2014;64(6):909-917.
- Bagshaw S, Darmon M, Ostermann M, Finkelstein F, et al. Current state of the art for renal replacement therapy in critically ill patients with acute kidney injury. *Intensive Care Med* 2017;43:841-854.
- Zhang Z, Xu X, Zhu H. Intensive vs less intensive dose continuous renal replacement therapy for the intensive care unit related acute kidney injury: A meta analysis and systematic review. *J Crit Care* 2010;25:595-600.
- Zhang P, Yang Y, Ly R, Zhang Y, et al. Effect of the intensity of continuous renal replacement therapy in patients with sepsis and acute kidney injury: a single center randomized clinical trial. *Nephrol Dial Transplant* 2012;27:967-973.
- Navas A, Ferrer R, Martínez M, Martínez M y col. Terapia de reemplazo renal en paciente crítico: Cambios evolutivos del tratamiento en los últimos años. *Med Intensiva* 2012;36(8):540-547.
- Honore P, De Waele E, Jacobs R, Mattens S, et al. Nutritional and metabolic alterations during continuous renal replacement therapy. *Blood Purif* 2013;35:279-284.
- Hoste EAJ, Dhondt A. Clinical review: Use of renal replacement therapies in special groups of ICU patients. *Critical Care* 2012;16:201.
- Fissell WH. Antimicrobial dosing in acute renal replacement. *Adv Chronic Kidney Dis* 2013;20(1):85-93.
- Joannidis M, Forni LG. Clinical review: Timing of renal replacement therapy. *Crit Care* 2011;15:223.
- Ronco C, Ricci Z, De Backer D, Kellum J, et al. Renal replacement therapy in acute kidney injury: controversy and consensus. *Crit Care* 2015;19:146.
- Vinsonneau C, Camus C, Combes A, Costa de Beauregard MA, et al. Hemodiafiltration Study Group. Continuous venovenous haemodiafiltration *versus* intermittent haemodialysis for acute renal failure in patients with multiple organ dysfunction syndrome: a multicentre randomised trial. *Lancet* 2006;368:379-85.