

Terapia de reemplazo renal para insuficiencia renal aguda

Renal replacement therapy for acute kidney failure

Alex Ramón Valencia Herrera ^{1*}



Gisela Mercedes Llamuca Cali ¹



Arianna Dennise Verdezoto Martínez ¹



Natalia Del Carmen Andrade Cordero ¹



¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador.

Autor para la correspondencia. Correo electrónico: ua.alexvalencia@uniandes.edu.ec

Recibido: 08/01/2025.

Aprobado: 10/02/2025.

Resumen

Introducción: La lesión renal aguda es una de las entidades de mayor importancia en el ámbito de la Medicina Crítica, dado que su incidencia en pacientes hospitalizados ha aumentado en los últimos años.

Objetivo: Describir los factores de riesgo asociados a mortalidad y recuperación de la función renal en pacientes con insuficiencia renal aguda tratados con terapia de reemplazo renal (TRR).

Método: Se desarrolló una búsqueda en diferentes bibliografías, en las bases de datos SciELO, Elsevier, PudMed, Scopus y Web of Science en los idiomas inglés y español. Se analizaron 10 artículos, mediante criterios de inclusión y exclusión como: actualidad de la información, enfoque con el cual se desarrollará, información de fuentes fidedignas, en vista de que no todos los artículos contaban con la información requerida para este. Se tomaron los años del 2019-2023, con la finalidad de recopilar información de los

ABSTRACT

Introduction: Acute kidney injury is one of the most important entities in the field of Critical Care Medicine, since its incidence in hospitalized patients has increased in recent years.

Objective: To describe the risk factors associated with mortality and recovery of renal function in patients with acute renal failure treated with renal replacement therapy (RRT).

Method: A search was carried out in different bibliographies in SciELO, Elsevier, Pubmed, Scopus and Web of Sciences databases in English and Spanish. Ten articles were analyzed, using inclusion and exclusion criteria such as: timeliness of the information, approach with which it will be developed, information from reliable sources, taking into account that not all articles had the information required for this one. The years 2019-2023 were taken in order to collect information from the latest studies of renal replacement therapy for acute renal

últimos estudios de la terapia de reemplazo renal para insuficiencia renal aguda con su fisiopatología.

Desarrollo: Varios estudios que han encontrado el procedimiento de la terapia de reemplazo renal para insuficiencia renal aguda expresan que ha evolucionado y a su vez disminuido el riesgo de complicaciones y recidivas.

Conclusiones: La terapia de reemplazo renal para insuficiencia aguda, es la 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.

Palabras clave: lesión renal aguda, terapia continua de reemplazo renal, sepsis, diálisis renal

failure with its pathophysiology.

Development: Several studies that have found the procedure of renal replacement therapy for acute renal failure, express that it has evolved and thus, has decreased the risk of complications and recurrences.

Conclusions: Renal replacement therapy for acute renal failure is the common renal support modality in patients with acute renal failure in intensive care; however, not all hospital centers have this modality and, on the contrary, they have machines for intermittent hemodialysis.

Keywords: acute kidney injury, continuous renal replacement therapy, sepsis, renal dialysis

Introducción

Se define lesión renal aguda (LRA) como el deterioro abrupto de la función renal excretora, manifestada por un aumento en la creatinina plasmática y/o reducción o cese del flujo urinario en un periodo menor a 7 días; puede ocurrir por alteraciones funcionales mediadas por cambios hemodinámicos o por daño estructural intrínseco de los glomérulos, túbulos, compartimiento intersticial o vascular, como resultado de la exposición a toxinas, sepsis o shock. La incidencia estimada de LRA en el mundo es de 20 a 200 por millón de habitantes.

Se manifiesta entre un 7 a 18% de los ingresos hospitalarios y en un 50% de los pacientes ingresados en unidades de cuidados críticos. Entre un 25 y un 75% de los casos de LRA están asociados a sepsis o shock séptico. Independiente de la causa, la pérdida de la homeostasis de fluidos y electrolitos junto a la acumulación de desechos nitrogenados y otros metabolitos tiene como consecuencia las manifestaciones de la uremia, acumulación de agua y sodio, hiperkalemia y acidosis metabólica. La severidad de estas anormalidades está determinada por la magnitud y duración de la lesión inicial y el catabolismo propio de cada paciente.⁽¹⁾

La insuficiencia renal aguda (IRA) es muy frecuente en los pacientes ingresados en las unidades de cuidados intensivos (UCI). Se asocia con una alta tasa de mortalidad y se caracteriza por la pérdida rápida de la función renal. En los pacientes con IRA se observa un aumento de la concentración sérica de las toxinas urémicas (creatinina y urea), el potasio sérico y los ácidos metabólicos, acumulación de líquido y, en la mayoría de los casos, una reducción de la diuresis. En esta población, estos productos químicos y la sobrehidratación están relacionados con el aumento en la tasa de mortalidad. Teóricamente, la eliminación precoz de las toxinas y el exceso de líquido de la sangre podría mejorar los desenlaces de los pacientes (como la tasa de mortalidad y la recuperación de la función renal).

El tratamiento de reemplazo renal (TRR), también conocido como diálisis, es una técnica de depuración de la sangre que permite eliminar el exceso de líquido y toxinas. En el TRR, la sangre del paciente se hace pasar por medio de un catéter (un tubo flexible y hueco colocado en una vena) a través de un sistema de filtración que elimina el exceso de líquido y toxinas y devuelve la sangre purificada al paciente por medio del catéter. El inicio temprano del TRR mejora la eliminación de las toxinas y el exceso de líquido.⁽²⁾

Se ha establecido que la causa más frecuente de insuficiencia renal aguda en los pacientes críticos es la necrosis tubular aguda, las causas frecuentes tenemos: causas obstructivas (traumáticas o farmacológicas), hipertensión intraabdominal que genere un síndrome compartimental abdominal y otras patologías sistémicas de etiología autoinmune. Según las distintas series, se estima que en torno a un 5-10 % de los pacientes críticos que presentan insuficiencia renal aguda van a requerir terapias de reemplazo renal (TRR). Dentro de estas técnicas, encontramos diferentes modalidades, que pueden ser intermitentes, como la hemodiálisis intermitente (HDI); híbridas, como la diálisis sostenida de baja eficiencia (SLED, del inglés *sustained low-efficiency dialysis*); o continuas.

Estas últimas, denominadas terapias continuas de reemplazo renal (TCRR), son las más ampliamente utilizadas en Unidades de Cuidados Intensivos (UCI). Las TCRR tienen su principal utilidad en pacientes que presentan insuficiencia renal aguda asociada a inestabilidad hemodinámica, en contraposición a las técnicas intermitentes que son, por lo general, peor toleradas hemodinámicamente. Por tanto, en esta revisión nos centraremos en las TCRR y en todo lo necesario para su aplicación en pacientes críticos que lo precisen.⁽³⁾ El objetivo de la presente investigación consiste en describir los factores de riesgo asociados a

mortalidad y recuperación de la función renal en pacientes con insuficiencia renal aguda tratados con terapia de reemplazo renal (TRR).

Método

Se desarrolló una búsqueda en diferentes bibliografías en las bases de datos SciELO, Elsevier, PudMed, Scopus y Web of Science en los idiomas inglés y español. Búsqueda de tipo cualitativo. Se analizaron 10 artículos, mediante criterios de inclusión y exclusión como: actualidad de la información, enfoque en el que se va a desarrollar, información de fuentes fidedignas, teniendo en cuenta que no todos los artículos contaban con la información requerida para este. Se tomaron los años del 2019-2023; con la finalidad de poder recopilar información de los últimos estudios de la terapia de reemplazo renal para insuficiencia renal aguda con su fisiopatología.

Desarrollo

La TRR se utiliza para reemplazar la función renal normal. En dependencia a la situación clínica del paciente se va a prescribir un tipo de terapia u otra. De importancia vital es conocer los diferentes elementos que componen una máquina de hemofiltración, que podrán variar atendiendo al tipo y la marca del dispositivo. La TRR consiste por tanto en un proceso para depurar productos de desecho de la sangre, que normalmente se eliminan por el riñón. Esta separación se realiza a través de una membrana semipermeable.

Las membranas están formadas con una agrupación de capilares dentro de los filtros, donde la superficie total de la membrana en cada filtro depende del número de fibras. Según las características de rendimiento del filtro se obtienen las aplicaciones potenciales de cada membrana. Las membranas habitualmente utilizadas en hemofiltración funcionan como cualquier membrana semipermeable del cuerpo humano, permeables de forma selectiva, presentando una elevada permeabilidad al agua y una baja resistencia al paso de solutos. Se puede considerar la membrana como la unidad funcional del hemofiltro. El coeficiente de ultrafiltración de la membrana (KUF) representa la permeabilidad al agua de la membrana, medida por unidad de presión y superficie.

La unidad de medida es ml/h/mmHg/m. El KUF se utiliza para definir membranas de alto flujo o bajo flujo. La fracción de filtración (FF), se define como la cantidad de agua que vamos a ultrafiltrar durante el procedimiento, del total de plasma que filtramos durante una unidad de tiempo determinada; y es equivalente a la cantidad de agua plasmática que eliminamos respecto a la que reintroducimos. Se recomienda que la FF sea menor o igual al 25%. Si es muy alta, existe riesgo de coagulación del hemofiltro por acumulación de elementos formes de la sangre. Si por el contrario la FF es demasiado baja, se produce una pérdida de eficacia en la técnica. Se debe calcular en cada paciente para adaptarla de forma individualizada, con la siguiente fórmula: $\text{Balance (ml/h)} \pm \text{Reposición prefiltro} + \text{reposición posfiltro} \text{ FF} = \text{Flujo plasmático} + \text{reposición prefiltro}$, donde $\text{flujo plasmático} = \text{flujo de la bomba de sangre (ml/min)} \times (100 - \text{hematocrito}/100)$; *multiplicar por 60 para pasarlo a ml/h, donde $\text{flujo plasmático} = \text{flujo de la bomba de sangre (ml/min)} \times (100 - \text{hematocrito}/100)$; *multiplicar por 60 para pasarlo a ml/h. Los solutos que se pretenden eliminar durante una TRR y se clasifican habitualmente según su peso molecular en Daltons.

De este modo, encontramos moléculas pequeñas, como la urea, la creatinina e iones; moléculas medianas, como la vitamina B12, la glucosa o el ácido úrico; y moléculas grandes como la albúmina y la mioglobina. Peso molecular según tipo de soluto depurable con terapia de reemplazo renal. Por tanto, los solutos se eliminan por diferentes mecanismos dependiendo de su peso molecular y tamaño. Las moléculas pequeñas como urea, creatinina, o aminoácidos e iones, se eliminan por difusión o por convección.

En cambio, las moléculas medianas y grandes, como mioglobina, vitamina B12, vancomicina o albúmina, se eliminan por convección. Para ello se utiliza la hemofiltración como veremos a continuación. Un tipo especial son los mediadores inflamatorios, ya que son proteínas de bajo peso molecular (entre 5000 y 50000 Daltons), que son eliminadas tanto por convección como por adsorción. Los principios físicos empleados para la depuración de sustancias determinan el tipo de TRR que podemos utilizar:

Ultrafiltración: es el movimiento de agua a través de una membrana semipermeable impulsado por un gradiente de presión.

Se genera mediante un gradiente de presión entre la sangre y el líquido de ultrafiltrado o dializado. El gradiente de presión se determina por la presión hidrostática en sangre, la presión hidrostática en el compartimento del líquido de ultrafiltrado/dializado y la presión oncótica de la sangre a lo largo de la fibra. La diferencia de presión total se denomina presión transmembrana o PTM y es la que produce la ultrafiltración.

Difusión: es el movimiento de solutos a través de una membrana semipermeable, mediante un gradiente pasivo de concentración. Los solutos se mueven desde una zona más concentrada a otra menos concentrada hasta alcanzar el equilibrio entre los dos compartimentos.

Convección: mediante este proceso los solutos se mueven de un compartimento a otro, a través de los poros de la membrana, arrastrados por un movimiento de fluido (UF). Este movimiento de fluido se produce mediante la creación de un gradiente de presión hidrostática transmembrana, como ya se ha explicado anteriormente. Es decir, se genera una presión positiva a uno de los lados de la membrana que genera el paso de líquido, junto con solutos, desde un compartimento a otro. A diferencia de la difusión, que como mecanismo de eliminación está limitado a solutos relativamente pequeños, con la convección se puede conseguir la eliminación de solutos de peso molecular mayor, a una tasa más alta.

Adsorción: es un proceso extracorpóreo en el que moléculas de alto peso molecular disueltas en plasma (por ejemplo, mediadores inflamatorios) se unen a la estructura de la membrana o de otros adsorbentes (como carbón, resinas o geles). Es una técnica en crecimiento, que tiene como finalidad adsorber selectivamente moléculas que circulan por nuestro torrente sanguíneo.

Terapias sorbentes: Se realiza mediante hemoperfusión con materiales como zeolitas y carbón. Nuevos compuestos fijados a filtros especiales han permitido mejorar su hemocompatibilidad; por ejemplo, los cartuchos con polimixina-B.

Modalidades TCRR: Las diferentes modalidades de TCRR que se utilizan en UCI están basadas en los mecanismos descritos previamente, y son:

Ultrafiltración continua lenta (SCUF)

El principio físico de esta modalidad es la ultrafiltración, por la cual se va a eliminar agua plasmática del torrente sanguíneo. Este modo está principalmente indicado en pacientes con datos de sobrecarga hídrica que, o bien no responden a tratamiento médico, o queremos evitar las posibles complicaciones (alteraciones electrolíticas) que provocan las terapias diuréticas a dosis altas. El parámetro fundamental a configurar en este modo será el flujo de agua que queremos eliminar, expresado en ml/h.

Hemofiltración veno-venosa continua (HFVVC)

El principio físico de esta modalidad es la convección para la eliminación de solutos y la ultrafiltración para eliminación de agua. Durante este procedimiento, el circuito sanguíneo recibe una cantidad de solución de reposición, la cual restituye el plasma reducido de volumen y reduce la concentración de soluto. Este Copyright ReAR. Rev Elect Anestesiari pertenece a la Asociación Anestesia Reanimación España, entidad sin ánimo de lucro. El líquido de reposición se puede infundir pre filtro (predilución), o post filtro (posdilución). En función de cómo se ajusten los parámetros de reposición, se obtiene una FF. Esta no debe superar el 25% ya que fracciones superiores de filtración pueden generar problemas de hemoconcentración que acortarían la vida del filtro. También, se debe tener presente que, en cuanto a eliminación de solutos, la reposición posdilución es más efectiva. Condicionado al ultrafiltrado que se quiera realizar, repondremos parcial o totalmente las pérdidas.

Hemodiálisis venovenosa continua (HDVVC)

El principio físico de esta modalidad es la difusión. El líquido de diálisis fluye contracorriente, eliminando solutos del plasma sanguíneo por diferencia de concentración. Se ajusta el flujo del líquido dializante, también en mL/h, en función del aclaramiento que se quiera obtener. Además, se ajustará también el flujo de pérdidas que se desea realizar.

Hemodiafiltración venovenosa continua (HDFVVC)

Esta modalidad va a combinar las técnicas de difusión y convección. El líquido eliminado por convección se sustituye parcial o completamente con líquido de reposición (pre filtro o pos filtro), pero además el líquido dializante va a fluir contracorriente por el compartimento de dializado. Se ajusta tanto el flujo de reposición, como de líquido dializante y las pérdidas.

A la hora de prescribir una modalidad de TCRR tendremos que tener en cuenta numerosos factores, como la situación clínica del paciente, la indicación por la que pautamos la terapia, la posibilidad o no de anticoagular o la susceptibilidad de desarrollar complicaciones. Para depuración de solutos, utilizaremos HFVVC, HDFVVC o HDVVC. En pacientes con FRA no inducido por sepsis y sin contraindicaciones para la anticoagulación, parece razonable utilizar la HDVVC. Sin embargo, en pacientes con FRA y contraindicación para la anticoagulación, las técnicas convectivas presentan la ventaja de alargar la vida del filtro y evitar que se coagule el circuito mediante la reposición prefiltro.

En el caso del FRA inducido por sepsis, son varios los estudios que han demostrado que no hay disminución de la mortalidad ni mejoría de la recuperación renal en los pacientes sépticos a los que se les aplica una terapia con eliminación de citoquinas proinflamatorias, ya sea por terapias convectivas como adsorbentes. Por lo tanto, parece que la HDFVVC presenta ventajas respecto a las demás, puesto que, al combinar ambos modos, nos va a permitir la adecuada eliminación de solutos y una mayor vida del filtro.

Para eliminación de agua del plasma sanguíneo, sin necesidad de depuración de solutos, se utilizará preferentemente SCUF. En resumen, hay que individualizar dependiendo de cada caso y será tarea del equipo médico elegir entre una u otra modalidad.

Accesos vasculares para TCRR en UC: la colocación de un acceso vascular para iniciar una TCRR debe ser una técnica aséptica, realizada por un operador experimentado. La ecografía aumenta la seguridad y reduce el número de complicaciones asociadas. La primera opción es la cateterización de la vena yugular derecha, seguida de la vena femoral. Si no fuera posible, la siguiente elección sería la vena yugular izquierda. La última opción es la vena subclavia, debido a que la cateterización de esta vena puede producir una estenosis venosa central. Esto podría impedir la ulterior colocación de un acceso venoso permanente con [MOU4] fístula arteriovenosa, sería necesario si el paciente precisara posteriormente hemodiálisis intermitente (HDI) de forma crónica.

Anticoagulación

La coagulación del circuito de la máquina es un problema frecuente en las UCIs, además tiene implicaciones significativas. Supone pérdida de tiempo de terapia debido al cambio de los componentes del circuito, lo que disminuye la eficacia del tratamiento, alteraciones

volémicas y anemia derivadas de la pérdida del contenido hemático incluida en el circuito a desechar. Para evitar la coagulación del circuito disponemos de diversas estrategias y opciones de anticoagulación, que se dividen principalmente en cuatro grupos: sin anticoagulación, anticoagulación regional, anticoagulación sistémica y anticoagulación en casos especiales.

Sin anticoagulación

La terapia sin anticoagulación es la primera elección en pacientes con alto riesgo de sangrado. Esto puede surgir por varias condiciones, entre ellas, una trombocitopenia severa, coagulopatía, disfunción o fallo hepático, así como contraindicaciones para el uso de citrato. La vida útil del circuito y por tanto, la duración de la terapia, puede prolongarse al seguir las siguientes estrategias:

Disminuir la hemoconcentración dentro del filtro a través de la infusión del fluido de reposición en modo prefiltro o predilución (2/3 prefiltro y 1/3 posfiltro).

Mantener fracción de filtración menor al 20 %.

Mediante altos flujos de sangre (200-300 ml/min). Los pacientes anticoagulados de forma crónica por otra indicación (por ejemplo, fibrilación auricular) no requieren anticoagulación adicional para TCRR.(3)

Indicaciones de la terapia de reemplazo renal

Los niveles de creatinina y el filtrado glomerular se consideran cruciales para definir la severidad del FRA y la necesidad de iniciar la TRR. El método RIFLE con 3 niveles de disfunción renal aguda basado en el incremento de Cr y la reducción de diuresis. El método AKIN, que se ha impuesto por tener mayor especificidad que el RIFLE. Los pacientes con FRA pueden desarrollar sobrecarga de volumen, alteraciones electrolíticas, acidosis metabólica y/o síntomas urémicos debido a la reducción del filtrado glomerular. En esos 3 pilares se basa la indicación del TRR.

Con frecuencia pacientes no oligúricos pueden presentar una sobrecarga de volumen por la incapacidad del riñón, para eliminar el aporte masivo de sueroterapia, nutrición parenteral, hemoderivados y medicamentos intravenosos requeridos en la situación crítica. No existe un umbral de hipervolemia que determine el inicio de la TRR, pero varios estudios

observacionales encuentran asociación entre la cuantía de la sobrecarga de volumen al inicio de la TRR y la mortalidad en la UCI, por lo que muchos recomiendan iniciar la TRR en situaciones de sobrecarga refractaria a diuréticos que comprometa la función de un órgano vital (aumento de poscarga cardiaca, ascitis, distrés respiratorio o aumento de presión intrarrenal).

El efecto de la tasa de UF en la supervivencia de los pacientes críticos sometidos a HDFVVC es controvertido. La UF lenta mantiene más tiempo la situación de edema y disfunción tisular, pero una extracción rápida de líquido constituye un estrés difícil de compensar por el paciente crítico. Si bien algunos estudios promulgan tasas elevadas $> 25\text{ml/kg/día}$ para una mejor recuperación del paciente, otros encuentran el resultado contrario. Por ejemplo, en el subanálisis por tertiles del estudio RENAL realizado sobre 1,434 pacientes de 34 UCI se demostró que el riesgo de mortalidad a 90 días era superior en aquellos que recibieron una UF de $1,75\text{ml/kg/h}$ que los que recibieron $1,01\text{ml/kg/h}$ (es decir, 25ml/kg/día).

Se dispone de estrategias para mejorar la tolerancia a tasas altas de UF en la HD de pacientes crónicos. Por ejemplo, en el estudio ESHOL se describe cómo el manejo de biosensores, perfiles de UF/sodio y prescripción de hemofiltración on-line pre/posdilución durante el desarrollo habitual de las sesiones de diálisis, mejora la tolerancia en pacientes crónicos ambulatorios. Los resultados de estudio ESHOL no son extrapolables en absoluto a pacientes críticos con FRA, pero podrían marcar nuevas estrategias para mejorar el estado hemodinámico en situación de UF elevada. La acidosis metabólica forma parte del FRA, por lo que podemos definir un umbral para el inicio de la TRR en aquellos casos con $\text{pH} < 7,1-7,2$ o un nivel de bicarbonato $< 12-15\text{mmol/l}$.

La hiperpotasemia grave ($\text{K sérico} > 6,5\text{mmol/l}$) resistente al tratamiento médico conlleva un riesgo de cardiotoxicidad y arritmias que precisa el inicio precoz de TRR. Para estos 2 casos (acidosis e hiperpotasemia) la HD es más eficaz que la TRR continua. Sin embargo, si nos enfrentamos a una hiponatremia severa en el contexto de FRA, la elección de una TRR continua permitiría una corrección lenta y controlada de la natremia previniendo las secuelas neurológicas por desmielinización. Asimismo, el uso de la TRR está indicado para paliar los síntomas y efectos de la uremia ($> 100-110\text{mg/dl}$) favoreciendo la disfunción plaquetaria, desnutrición/anorexia, insuficiencia cardíaca y mayor susceptibilidad a la infección y sepsis.

Diversos estudios proponen la TRR continua con una tasa convectiva alta como un complemento en el manejo de la sepsis en las UCIs para eliminar citoquinas proinflamatorias. Sin embargo, los ensayos revisados no han demostrado beneficio significativo sobre el abordaje con HD habitual, ni siquiera cuando se usan dosis altas de recambio en la TRR continua. Aunque la TRR aumenta el aclaramiento de lactato, existe poca evidencia de que su inicio únicamente por este motivo modifique la evolución clínica en pacientes con acidosis láctica grave sin toxicidad farmacológica asociada (por ejemplo, en el caso de la metformina).

Tras revisar la literatura disponible se recomienda que se debe iniciar una TRR en todos aquellos pacientes con FRA AKIN III con clara clínica de sobrecarga hídrica (edema agudo de pulmón, insuficiencia cardíaca, disfunción plaquetaria, congestión intestinal y edema refractario a pesar del empleo de diuréticos) y/o en aquellos casos en los que los síntomas urémicos, alteraciones iónicas o del equilibrio del ácido-base conlleven riesgo vital por comprometer el correcto funcionamiento de órganos principales.⁽⁴⁾

Indicaciones y momento de inicio de terapia de reemplazo renal

Múltiples factores deben ser considerados en la decisión de inicio de TRR agudo en pacientes críticos. Datos observacionales muestran una fuerte correlación entre la magnitud de acumulación de fluidos y mortalidad en pacientes con LRA. Esta asociación no establece causalidad dado que los pacientes con mayor compromiso hemodinámico y riesgo de muerte requieren mayor cantidad de fluidos en fase de reanimación. La severidad de la congestión pulmonar y respuesta a diuréticos debe ser considerada como criterio de inicio de reemplazo renal en pacientes críticamente enfermos. Un estudio aleatorizado controlado mostró que pacientes posquirúrgicos con sobrecarga refractaria de volumen y edema pulmonar se benefician del inicio precoz de la TRR con reducción de la mortalidad a 90 días a 39,3% respecto del 54,7% en los pacientes que inician tratamiento en forma tardía.

La hiperkalemia severa, definida por efectos en la conducción miocárdica o refractaria a manejo médico es indicación de inicio de TRR en pacientes con LRA. La acidosis metabólica refractaria a infusión de bicarbonato o acidosis metabólica secundaria a intoxicación por metformina es indicación de inicio de TRR en pacientes con falla renal aguda. La falla renal persistente por más de 72 horas con valores absolutos de nitrógeno ureico sobre 112 mg/dl,

oliguria o complicaciones derivadas de la uremia como encefalopatía, hemorragia o pericarditis son indicaciones de inicio inmediato de TRR. Estrategias de inicio preventivas antes de la aparición de complicaciones no han mostrado beneficio en sobrevivida a corto plazo.⁽⁵⁾

Se ha descrito que los pacientes con insuficiencia renal aguda (IRA) que recibieron diálisis temprana tuvieron una mortalidad hospitalaria significativamente menor en comparación a aquellos con inicio tardío de la diálisis (39 % vs 54 %, $p < 0.001$).⁽²⁾

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. 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. 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.

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

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

Determinar la modalidad que vamos a utilizar de acuerdo con la enfermedad.

Calcular la anticoagulación si es necesario.

Preparar la máquina con solución fisiológica 0,9% 1000 cc, si es autorizado se cebará con 5000 UI de heparina no fraccionada.

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.

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.

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, luego 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 mL/kg/h + 10 mL/kg/h).

La extracción dependerá del paciente y modalidad, se comienza con 50 a 100 mL/h y utiliza hasta 2000 mL/h de ultrafiltrado. Se recomienda solicitar estudios de laboratorio cada 6-8 horas, que incluya biometría hemática, química sanguínea, electrolitos completos, gasometrías, TTP e INR. La hemodiálisis intermitente es la modalidad preferida de reemplazo renal en IRA, excepto en casos de inestabilidad hemodinámica donde la hemodiafiltración veno-venosa continua ha mostrado mejores resultados.⁽²⁾

Los filtros de alto flujo, como AN69ST, pueden ser más efectivos para remover mediadores inflamatorios en sepsis asociada a IRA en comparación con filtros de bajo flujo.⁽³⁾

Una prescripción de dosis de diálisis adecuada (Kt/V de 1,2 a 1,4 por sesión) se asocia con menor mortalidad hospitalaria que una dosis insuficiente (Kt/V <1,2).

La anticoagulación regional con citrato ha demostrado ser más segura y tener menor sangrado asociado que la heparina sistémica en IRA sometida a reemplazo renal continuo.

Se ha reportado que la terapia de reemplazo renal temprana en IRA se asocia a menor mortalidad, lo que puede deberse a que un inicio precoz de la diálisis previene complicaciones metabólicas severas de la IRA. Sin embargo, el momento óptimo para iniciar la diálisis requiere de más investigación.

La hemodiafiltración continua es superior en casos de inestabilidad hemodinámica, lo cual concuerda con metaanálisis recientes. Esta modalidad brinda mayor apoyo hemodinámico al permitir ajustes precisos de ultrafiltración. Un hallazgo relevante es que los filtros de alto flujo parecen mejorar la eliminación de citoquinas inflamatorias versus filtros de bajo flujo, lo que podría impactar en sepsis asociada a IRA. Se necesitan más estudios para confirmar estos datos.

Conclusiones

El inicio temprano de la terapia de reemplazo renal en pacientes con insuficiencia renal aguda se asocia con menor mortalidad hospitalaria, en especial cuando se utilizan modalidades continuas de depuración extrarrenal en casos de inestabilidad hemodinámica. Evidencia de moderada calidad sugiere que las terapias de reemplazo renal continuas versus terapias de reemplazo renal intermitentes son similares, clínicamente en pacientes adultos con insuficiencia renal aguda. Las mismas no difieren en la mortalidad intrahospitalaria global, en la mortalidad en unidades de terapia intensiva, y tampoco en el número de pacientes que sobreviven sin necesidad de reemplazo renal posterior. Además, no mostraron diferencias en la mejoría de la inestabilidad hemodinámica o episodios de hipotensión arterial. Las terapias continuas mostraron mayor riesgo eventos adversos leves (coagulación de filtros con los que se realizan los procedimientos, trombocitopenia). No se encontraron estudios que comparen las terapias continuas entre sí.

La optimización de la dosis de diálisis y el uso de filtros de alto flujo podrían mejorar los desenlaces clínicos en estos pacientes críticos. Sin embargo, se necesitan más estudios, preferiblemente ensayos multicéntricos y aleatorizados, para determinar el momento óptimo de inicio, la mejor modalidad, la dosis adecuada y las características ideales de los filtros para terapia de reemplazo renal en insuficiencia renal aguda.

Referencias bibliográficas

1. Zardock A, Nadim M, Pickkers P, Gomez H, Bell S, Joannidis M, et al. Sepsis-associated acute kidney injury: consensus report of the 28th Acute Disease Quality Initiative workgroup. National Library of Medicine. 2023 [citado 04/10/2024];19(6). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36823168/>
2. Fayad A, Buamscha D, Ciapponi A. Momento del inicio del tratamiento de reemplazo renal en la insuficiencia renal aguda. Biblioteca Cochrane. 2022 [citado 04/10/2024]. Disponible en: https://www.cochrane.org/es/CD010612/RENAL_momento-del-inicio-del-tratamiento-de-reemplazo-renal-dialisis-en-la-insuficiencia-renal-aguda
3. Martínez C, Charco L, Rodríguez L, Canales P. Aproximación a las terapias de reemplazo renal continuas. Rev Electrón Anest 2022 [citado 06/08/2024];14(2). Disponible en: <https://anestesar.org/2021/aproximacion-a-las-terapias-de-reemplazo-renal-continuas/>
4. Valdenebro M, Martín L, Tarragón B, Sánchez P, Portolés J. Una visión nefrológica del tratamiento sustitutivo renal en el paciente crítico con fracaso renal agudo: horizonte 2020. Nefrología. 2021 [citado 06/08/2024];41(2). Disponible en: <https://www.revistanefrologia.com/es-una-vision-nefrologica-del-tratamiento-articulo-S0211699520301703>
5. Fuentes V. Terapias de reemplazo renal agudo en pacientes críticos. Rev Médica Clínica Las Condes. 2024 [citado 05/12/2024];35(1). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864024000014>
6. Martinez 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. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/estudiantil/ace-2009/ace091b.pdf>

7. Bellomo R, Farmer M, Bhonagiri S. Changing acute renal failure from intermittent hemodialysis to continuous hemofiltration: impact of azotemic control. *Int J Artif Organs*. 1999;22(3):145-150. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10357242/>
8. Norma J, Maxvold JN, Bunchman ET. Renal failure and renal replacement therapy. *Critical Care Clinics*. 2022;19(3). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12848321/>
9. Farreras Rozman C. Leptospirosis. En: Rozman Borstnar C, Cardellach López F, eds. Farreras Rozman. *Medicina Interna*. 19 ed. Madrid: Elsevier Health Sciences; 2020 [citado 23/11/2020]. Disponible en: <https://tienda.elsevier.es/farreras-rozman-medicina-interna-9788491135456.html>

Declaración de conflicto de intereses

Los autores no declaran conflicto de intereses

Contribución de autoría

Todos los autores participaron de igual medida en la redacción de la presente investigación.



Esta obra está bajo [una licencia de Creative Commons Reconocimiento-
No Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).