



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
"HCEWNVCF 'F G' O GF Æ Æ C"**



**THE AMERICAN BRITISH COWDRAY MEDICAL CENTER I.A.P.**

**TERAPIA DE REEMPLAZO RENAL CONTINUA:  
INDICACIONES DE INICIO, CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS  
Y COMPLICACIONES ASOCIADAS. EXPERIENCIA EN EL  
CENTRO MEDICO ABC.**

TESIS DE POSGRADO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**ESPECIALISTA EN MEDICINA INTERNA**

PRESENTA  
**DRA. LORENA CID MENA**

ASESOR DE TESIS  
**DR. JUAN PABLO HERRERA FÉLIX**

PROFESOR TITULAR  
**DR. FRANCISCO MORENO SÁNCHEZ**

México, D.F. Agosto 2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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. José Halabe Cherem  
Jefe del departamento de Enseñanza e Investigación  
Centro Médico ABC

---

Dr. Francisco Moreno Sánchez  
Profesor Titular del Curso de Medicina Interna  
Centro Médico ABC

---

Dra. Juan Pablo Herrera Félix  
Asesor de Tesis  
Médico adscrito, Hospital A.B.C.

Agradecimientos:

A mis padres que me enseñaron a analizar el mundo desde esta perspectiva.  
A mi esposo en ayudarme a cumplir cada uno de los objetivos que me propongo  
A mi hija que me hace ver siempre un mejor mañana

TERPIA DE REEMPLAZO RENAL CONTINUA: INDICACIONES DE INICIO,  
CARACTERISTICAS CLINICAS Y COMPLICACIONES ASOCIADAS.  
"Experiencia del centro médico ABC"

Índice

Contenido	Página
Introducción	6
Marco Teórico	7
Justificación	27
Material y Métodos	28
Objetivos	28
Análisis estadístico	29
Consideraciones éticas	30
Resultados	30
Discusión	32
Conclusión	34
Referencias	35

## Introducción

La falla renal aguda (LRA) puede surgir de un grupo muy heterogéneo de condiciones, que llevan a la disminución de la tasa de filtración glomerular (TFG) y a menudo, acompañado de disminución de los volúmenes urinarios, puede variar entre cambios asintomáticos en exámenes de laboratorio, hasta alteraciones en el manejo de líquidos, electrolitos y composición ácido base que comprometan la vida. Actualmente la KDIGO define la LRA como una elevación de la creatinina de más de 0.3 mg/dl en 48 horas o aumento de > 50% en 7 días, o disminución del volumen urinario menor a 0.5 ml/Kg/hr durante 6 horas<sup>3</sup>, la incidencia de la LRA depende de la población estudiada y la definición utilizada, la LRA se presenta en aproximadamente 5-25% de los pacientes hospitalizados en terapia intensiva, y aproximadamente el 6% de estos pacientes requieran manejo con sustitución renal durante su estancia en la unidad de terapia intensiva. En estos pacientes que requieren manejo con terapia de reemplazo renal la mortalidad se eleva hasta el 80%<sup>2</sup>.

La falla renal es más que una enfermedad un síndrome con etiologías muy diversas, la causa más común de LRA en el ambiente hospitalario es la necrosis tubular aguda (NTA) como resultado de isquemia o nefrotoxicidad tubular de etiología multifactorial, principalmente en el servicio de terapia intensiva donde existe una combinación de eventos adversos renales como lo son la sepsis, perfusión renal alterada y medicamentos nefrotóxicos<sup>2</sup>. Se debe analizar al paciente de manera integral para decidir manejo preventivo y terapéutico.

También es recomendable clasificar el estadio de LRA ya que se ha correlacionado con desenlaces a corto y largo plazo. Para definir la LRA debe estimarse el nivel de la función renal (TFG) a través de cambios séricos en la creatinina, así como disminución en volúmenes

urinarios, y debe reconocerse que la creatinina serica, es un marcador poco sensible en detectar LRA y su elevación es retardada posterior al insulto renal.

La evaluación y manejo de los pacientes con LRA requiere atención a la causa y estadio, inicialmente se debe de reconocer la causa y evitar factores que perpetuen el daño ya establecido, sin embargo una vez establecida la LRA no existe terapia farmacologica efectiva que revierte la función renal por lo que el cuidado de estos pacientes se limita a medidas generales de soporte e intervenciones para mantener el balance hídrico-electrolítico y ácido-base óptimo, y de ser necesario iniciar terapia de reemplazo renal (TRR).

## **MARCO TEÓRICO**

### Terapias de reemplazo renal.

En la TRR el agua y solutos pasan a través de una membrana semipermeable por medio de un gradiente de concentración y los productos de deshecho son eliminados, existen diferentes modalidades que se pueden utilizar en FRA incluyendo diálisis peritoneal (principalmente en el ámbito pediátrico y en países subdesarrollados como el nuestro), hemodiálisis intermitentes y terapia continua de reemplazo renal. En países desarrollados la hemodiálisis intermitente y la terapia continua son las más utilizadas, la decisión de la modalidad yace principalmente en los recursos, experiencia, estado del paciente, y la indicación de inicio de TRR, en nuestro país existen pocos lugares en donde se cuenta con la disponibilidad de la misma<sup>4</sup>.

El objetivo final de la hemodiálisis es restaurar el balance hídrico intra y extracelular normal establecido por una función renal normal, esto se logra a través del transporte de solutos (e.g. Urea) de la sangre al dialisante y viceversa (bicarbonato), a través de una membrana

semipermeable en la que se llevan a cabo procesos como la ultrafiltración, convección y difusión<sup>1</sup>.

La ultrafiltración es el proceso por el cual el *agua* del plasma es removida a través de una membrana semipermeable por presiones hidrostáticas.<sup>2</sup>

La convección y difusión son los procesos por los cuales se transportan los *solutos* a través de una membrana semipermeable.<sup>2</sup> La convección se refiere a la remoción de solutos con el fluido en el cual se encuentran disueltos, y se lleva a cabo a través de la elevación de las **presiones hidrostáticas** en el compartimento sanguíneo, generado por la bomba de sangre, por lo que la cantidad de solutos removidos por convección no depende de la concentración de los solutos, sino más bien a la diferencia de las presiones hidrostáticas entre el compartimento sanguíneo y el del dialisante y las características de la membrana entre ellos (SIEVIN COEFICIENTE). La contribución de la convección en el proceso de hemodialisis depende entonces del tamaño de los poros de la membrana y del tamaño y carga del soluto, por lo que es más significativo el aporte convectivo en la depuración de moléculas de mayor tamaño como lo son la B2 microglobulina, debido a su poca depuración por el proceso de difusión.<sup>4</sup>

La difusión involucra al movimiento de solutos de un medio de alta concentración a uno de menor concentración; la tasa y cantidad de solutos que difunden a través de la membrana en cualquier dirección depende de la diferencia de concentraciones del soluto entre el compartimento sanguíneo y el del dialisante, el peso molecular, las características de la membrana y las condiciones del flujo (eg. Turbulento). Las características de la membrana son usualmente denominadas como "coeficiente de difusión" y son específicas de cada membrana y de cada soluto en consideración.<sup>4</sup> Los principios de la difusión aplican a solutos que se encuentran en mayor concentración en el torrente sanguíneo (urea), así como para sustancias con mayor concentración en el dialisante (bicarbonato).<sup>4</sup> Para garantizar un gradiente máximo de

concentración entre la sangre y el dialisador a lo largo de toda la membrana, se utiliza un flujo contracorriente de esta manera se mantiene mayor flujo de solutos.<sup>2</sup>

Una manera de expresar la *difusión* a través de la membrana es con de la formula de la “depuración” :

$$K = Q_B (C_A - C_V)$$

$$C_A$$

En donde K es la depuración del soluto, y es expresada como la diferencia entre la concentración de un soluto en la entrada del sistema ( $C_A$  concentración en mg/ml en el lado arterial) y a la salida del mismo ( $C_V$  concentración en mg/ml en el lado venoso), multiplicado por el flujo sanguíneo en ml/min ( $Q_B$ ), dividido entre la concentración del soluto a la entrada.

Una representación mas completa de la depuración de un soluto, tomando en cuenta los dos procesos principales para el transporte de solutos, que son la *difusión* y la *convección*, es la siguientes formula:

$$K = Q_{Bi} \times C_A - Q_{Bo} \times C_V = Q_{BO} (C_A - C_V) + Q_{UF}$$

$$C_A$$

$$C_A$$

En donde  $Q_{UF}$  es la diferencia entre el flujo de entrada ( $Q_{Bi}$ ) y el de salida ( $Q_{Bo}$ ). Debido a que todo el soluto que se remueve del compartimento sanguíneo debe aparecer en el dialisante otra expresión de la depuración del soluto (K) se basa en la medición de la concentración del soluto a la salida del dialisante, esto aplica para todo los solutos que no se encontraban presentes inicialmente en el dialisante y puede representarse con la siguiente formula:<sup>4</sup>

$$K = Q_{DO} \times C_{DO}$$

$$C_A$$

En donde  $Q_{D0}$  es el flujo del dialisante a la salida (ml/min) y  $C_{D0}$  es la concentración del soluto a la salida del dialisante (mg/ml), y  $C_A$  es la concentración del soluto a la entrada del compartimento sanguíneo, esta fórmula es la más comúnmente usada por ser la más fácil aplicación y de mayor exactitud.<sup>4</sup>

Estos procesos para remoción de líquido y solutos se llevan a cabo a través de una membrana de diálisis. Generalmente existen dos tipos de membranas, las llamadas de “bajo flujo”, hechas de fibras con poros pequeños que permiten la difusión de solutos como agua y urea (60Da) que mantienen un coeficiente bajo de ultrafiltración el cual aumenta directamente proporcional a la superficie de la membrana; una membrana de bajo flujo puede ser de alta o baja eficiencia para el transporte de urea dependiendo del área de superficie y de su grosor. Las membranas de “alto flujo” que tienen poros de mayor tamaño permiten adicionalmente el paso de moléculas más grandes como la B2 microglobulina, la tasa de transferencia de agua es también mayor comparada con la de bajos flujos (coeficiente de filtración), estas membranas también pueden ser de alta o baja eficiencia dependiendo de su superficie y en menor medida de su grosor.<sup>4</sup>

Existen técnicas de reemplazo renal basadas principalmente en la convección como la hemofiltración<sup>2</sup>. La hemofiltración remueve grandes cantidades de moléculas hidrofílicas, así como agua del plasma y similita al mecanismo de depuración del glomérulo, sin embargo no se encuentra presente el mecanismo de reabsorción tubular por lo que se requiere de infusión de grandes cantidades de fluido para reemplazar la pérdida de líquido por la convección, y no se utiliza en el manejo de pacientes en terapia renal sustitutiva crónica e intermitente.<sup>4</sup>

Tradicionalmente se maneja la falla renal aguda con hemodiálisis intermitente, en la cual la eliminación de toxinas ocurre principalmente a través de difusión y la eliminación del exceso de líquido a través de la ultrafiltración. Este tipo de terapia renal sustitutiva continua cuenta con la ventaja de eliminación más rápidamente de toxinas y volumen sin embargo su más grande

desventaja yace en el riesgo de presentar hipotensión sistémica, la cual ocurre en aproximadamente  $\frac{1}{4}$  de los pacientes<sup>5</sup>. De inicio aproximadamente el 10% de los pacientes con falla renal aguda no pueden ser tratados con hemodialisis intermitente por inestabilidad hemodinámica<sup>4</sup>.

#### Terapia continua de reemplazo renal:

La TCRR incluye un espectro de métodos de diálisis que se introdujo en 1980 específicamente se diseñó para enfermos críticos que no podían recibir hemodiálisis intermitente tradicional por inestabilidad hemodinámica, o en pacientes los cuales la hemodiálisis intermitente no era suficiente para restablecer control metabólico o adecuado control del volumen.

Las ventajas hasta ahora vistas en TCRR es la remoción lenta de líquido, resultando en una mayor estabilidad hemodinámica y en mejor control sobre el balance de líquidos, y control en la concentración de solutos mas lenta lo cual puede prevenir variaciones importantes y evitar riesgo de edema cerebral por el recambio de líquido intracelular<sup>3</sup>.

En cuanto a la depuración de solutos la TRRC ofrece un mejor aclareamiento a largo plazo de moléculas de bajo y mediano peso molecular; se demostró que la hemodiálisis venovenosa continua (CVVH) tiene 8% y 60% más aclareamiento de moléculas pequeñas en comparación a la diálisis diaria sostenida de baja eficiencia (SLED) y la hemodialisis intermitente (IHD) respectivamente<sup>10</sup>; y junto con la SLED proveen un control mas efectivo de azoados en estados hipercatabolicos como en los pacientes con LRA, mientras que la IHD controla picos de azoados y no concentración promedio de los mismos. En moléculas de mediano y alto peso molecular tinene 2-4 veces mas depuración que la IHD y SLED debido a su operación con convección continua.

Sin embargo también existen desventajas para el uso de esta modalidad, incluidas la necesidad de inmovilización del paciente, con anticoagulación concomitante y el riesgo de hipotermia, así como el costo del equipo. Por estas situaciones la hemodiálisis intermitente sigue siendo la más utilizada y preferida en ciertos pacientes con LRA pero que se requiere depuración de solutos inmediata como son la hiperkalemia, intoxicación, y síndrome de lisis tumoral.<sup>3</sup>

Aspectos técnicos y características operacionales:

Al iniciarse una terapia de reemplazo renal se debe seleccionar la modalidad de dialisis, biocompatibilidad de la membrana, las características del dializador (eficiencia y flujo), y la entrega (dialysis delivery?).<sup>6</sup>

---

**Consideraciones al iniciar terapia de reemplazo renal en pacientes con LRA**

Consideración	Componentes	Variantes
<b>Modalidad de Dialisis</b>	Intermitente	Diaria o días alternos, SLED (diaria de de baja eficiencia)
	Continua	AV, VV
	Dialisis peritoneal	
<b>Biocompatibilidad de la membrana</b>	Características de la membrana	
<b>Rendimiento del dializador</b>	Eficiencia	
	Flujo	

---

<b>Dialisis “delivery”</b>	Tiempo de inicio	Temprano, tardío
	Intensidad	
	Suficiencia (adequacy)	Dosis

Actualmente los circuitos arteriovenosos no se utilizan cuando la maquinaria de un circuito venovenoso no se encuentra disponible, ya que cuentan con riesgo de daño arterial, ateroembolismo, isquemia de extremidades, y no controlan el flujo de una manera adecuada . Los circuitos venovenosos son los mas utilizados y proveen mejor tasa de depuración de solutos , existen diferentes opciones de acceso vascular para esta modalidad, que requieren de un acceso central de doble lumen<sup>6</sup>; la sangre venosa sale de la circulación corpórea a través de un lumen a un circuito extracorpóreo y pasa a través de una bomba de sangre que genera una presión de perfusión que lleva a una ultrafiltración del plasma a través de la membrana biosintética (hemofiltro), removiendo de esta manera volumen<sup>2</sup>, en todos los casos la sangre una vez filtrada se regresa a la circulación venosa por el segundo lumen del cateter; en las modalidades que utilizan convección (CVVHF y CVVHDF) se requiere una alta tasa de ultrafiltrado, forzando plasma y solutos a través de la membrana, para mantener la depuración de solutos adecuada de solutos con pérdida consecuente de líquido; como resultado se requiere reemplazar este líquido antes o después del hemofiltro en el circuito extracorpóreo para restaurar el volumen y electrolitos, a través de una bomba de reinyección.<sup>2</sup>

La decisión en la modalidad de TCRR (hemodialisis venovenosa continua CVVHD, hemofiltración veno-venosa continua CVH o hemodiafiltración venovenosa continua CVVHDF) se encuentra principalmente en estabilidad hemodinámica del paciente, depuración de solutos,

control de volumen, así como anticoagulación, y es importante también considerar la disponibilidad de equipo (filtros, bombas), fluidos y costos, así como modo preferido por el nefrólogo o médico de terapia intensiva.<sup>6</sup>

**Tabla 2. Indicaciones específicas para terapia de reemplazo renal.**

<b>Meta terapéutica</b>	<b>Estado hemodinámico</b>	<b>Terapia preferida</b>
Eliminación de volumen	Estable	UF aislado intermitente
	Inestable	Ultrafiltrado lento continuo
Depuración de urea	Estable	Hemodialisis intermitente
	Inestable	<b>TRRC</b> - Convección: CAVH, CVVH - Difusión: CAVH, CVVHD - Ambas: CAVHDF, CVVHDF
Hiperkalemia severa	Estable/ Inestable	Hemodialisis intermitente
Acidosis metabólica	Estable/ Inestable	Hemodialisis intermitente
		<b>TRRC</b>
Hiperfosforemia severa	Estable/ Inestable	<b>TRRC</b>
Edema cerebral	Inestable	<b>TRRC</b>

La principal características de las modalidades basadas en la convección es el uso de membranas de alto flujo, que tienen una alta permeabilidad al agua y a solutos de bajo y

mediano peso molecular (entre 1000- 12000 D), así como una alta biocompatibilidad. Se ha opinado por expertos<sup>6</sup> que estos tratamientos convectivos como la hemodialisis de alto flujo, hemodiafiltración y la hemofiltración ofrecen una ventaja sobre la diálisis estándar tomando en cuenta aspectos fisiológicos, sin embargo hasta ahora no hay estudios epidemiológicos que demuestren la superioridad de estas técnicas en cuanto a mortalidad, morbilidad y calidad de vida sobre la diálisis convencional.<sup>8</sup>

A pesar de que no se ha podido demostrar si tiene un impacto clínico, cabe mencionar que en pacientes en terapia intensiva la hemofiltración lleva a mayor eliminación de citocinas y mediadores inflamatorios asociados a sepsis, por la combinación de la convección y la absorción de la membrana, sin embargo esto no remueve endo o exotoxinas bacterianas y puede estar limitado por la saturación de la membrana.<sup>8</sup>

Actualmente se recomienda el uso de membranas sintéticas, especialmente las altamente permeables al agua, en nuestro centro se utilizan membranas sintéticas de poliariletsulfona (PARS) y de polietilenoimina, ya que los efectos de la interacción entre la sangre y la superficie y los efectos de estos sobre los mediadores inflamatorios no están bien definidos y requieren más estudios.<sup>12</sup>

La hemofiltración y hemodiafiltración venovenosa continua se ha vuelto posible por el desarrollo de una máquina específica que contiene 4 bombas (PRISMA), que permite separar el manejo del flujo dialisante, el flujo de reinfusión y de ultrafiltración, y así extraer solutos por medio de difusión, convección o ambas con un mayor control de cada componente ya que el flujo sanguíneo, el dialisante y el de ultrafiltrado se pueden controlar de una manera más precisa con estas bombas.<sup>6</sup>

En la hemofiltración el reemplazo del líquido puede ser antes o después del hemofiltro (pre o postdilucional). La modalidad CVVH postdilución es una terapia puramente convectiva y las

tres determinantes de la eliminación de solutos son la tasa de ultrafiltrado, el coeficiente de separación de la membrana y el modo de dilución. Entre más se acerque el coeficiente de separación a la unidad, la eliminación de soluto se iguala a la tasa de ultrafiltrado en postdilución. En la CVVH postdilución la fracción de sangre filtrada mayor a 0.3 debe ser evitada por la consecuente hemoconcentración e interacción de las proteínas con la membrana. Mayores tasas de ultrafiltración requieren mayor flujo sanguíneo para evitar una fracción de filtración (definida como la relación entre la tasa de ultrafiltración entre la tasa de entrada de plasma al hemodiafiltro) mayor y coagulación del filtro y recubrimiento del mismo con proteínas, sin embargo altos flujos sanguíneos son difíciles de conseguir con los catéteres temporales y con las condiciones hemodinámicas de los pacientes que usualmente se someten a esta terapia.

El modo predilucional se introdujo con la función de prevenir la coagulación del sistema y para extender así la vida de los filtros especialmente durante la TRRC de volúmenes altos donde la fracción de filtración alcanza valores mayores a 0.3 (30%). A una tasa de ultrafiltrado dada, la predilución es siempre menos eficiente que la postdilución sin embargo la predilución atenúa los efectos de la hemoconcentración.

**Anticoagulación.** Es de suma importancia mantener la permeabilidad del sistema para conservar la efectividad de la TRRC, además la coagulación es causa de pérdida sanguínea, disminución de la vida media del circuito y aumento en los costos y es hasta ahora el problema técnico más común en todas las modalidades de TRRC, sin embargo la anticoagulación también aumenta el riesgo de sangrado del paciente.

La elección debe determinarse por las características individuales del paciente, la experiencia local y el monitoreo disponible; debe evitarse la anticoagulación sistémica con heparina en pacientes con alto riesgo de sangrado. Hasta ahora no existe consenso de cuál anticoagulante local debe de ser el de primera elección, existe citrato regional que es el más aceptado hasta el

momento, con infusión concomitante de calcio al paciente para revertir la anticoagulación sistémica y evitar hipocalcemia, se ha demostrado que el citrato inhibe la degranulación de granulocitos y de plaquetas en el filtro, en pacientes en hemodialis crónica.; la anticoagulación con infusión de heparina prehemodiafiltro y reversión del mismo con protamina posthemodiafiltro es otra opción aunque menos utilizada por asociarse a mayores efectos adversos, de sangrado y acumulación de protamina; en pacientes que están anticoagulados o con alto riesgo de sangrado, la TRRC puede llevarse a cabo de manera exitosa sin anticoagulación aunque la vida media del circuito puede ser menor a 24 horas .<sup>14,7</sup>

**Dosis del tratamiento.** Los métodos para medir y expresar el aclaramiento de sustancias en un paciente con enfermedad renal crónica y así guiar la dosis de su diálisis intermitente utilizan la medición de la depuración de ciertas toxinas (K), en el tiempo de duración de la diálisis (t), dividida en el volumen de distribución (V) de dicho soluto (depuración fraccional =  $Kt/V$ ). Sin embargo esta aplicación no se ha validado en paciente con LRA que requieren diálisis urgente, ni se ha establecido los parámetros a utilizar para seleccionar la “dosis del tratamiento”.

Los pacientes con LRA se encuentran frecuentemente en un estado catabólico y volúmenes corporales lábiles, por lo que los métodos clásicos de estimar la dosis de diálisis requerida e impartida no son adecuados. Para pacientes que se someten a hemofiltración pura la tasa de ultrafiltrado y el coeficiente de separación de un marcador puede utilizarse para determinar la depuración. Para otras modalidades, el flujo de ultrafiltrado + el dialisante, así como la concentración son requeridas, y la depuración debe ser factorizada por la superficie corporal total o por el volumen de distribución de la urea, y debe tomarse en cuenta también la función renal residual.

La depuración de marcadores parece ser la mejor medición para determinar la dosis del tratamiento ya que la transferencia de masa debe interpretarse en un estado estable para

reflejar la depuración (nivel C de evidencia).<sup>15</sup> Es importante recordar que el concepto de depuración (K) es el volumen de sangre del cual se elimina cierto soluto en una cantidad de tiempo, y no refleja la tasa de eliminación del soluto (trassferencia de masa), y es el valor estandarizado de la concentración sérica; incluso en caso de mantenerse K estable, la tasa de eliminación del soluto puede variar si los niveles sericos cambian; K se utiliza para evaluar la función renal en individuos cuyos riñones funcionan las 24 horas del día y en los cuales los niveles del soluto (creatinina y urea) son estables, por esta razón el concepto de depuración (K) es mas facilmente aplicable a TRRC, y representa unicamente la eficiencia instatnanea del sistema.<sup>9</sup>

En la TRRC el elfuente representa el producto final de la filtración y se compone del ultrafiltrado (en el caso de terapias convectivas), el dialisante (terapias de difusión) o la suma de ambas. La depuración de solutos se determina por la relación entre la conecnetración del soluto en el efluente y en el plasma, multiplicado por la tasa de elfuente. Debido a que la urea es una molecula pequeña que aclanza un equilibrio completo en el efluente, su relación de concentración en plasma y efluente es igual a 1. La depuración de urea se conviierete asi en la tasa de efluente, suponiendo que el liquido de reepmlazo es postdilucional. En la TRRC la tasa de efluente (ml/h) es la suma de la tasa del liqiudo de reemplazo , de la tasa del diaisante y de la tasa del liquido removido .<sup>15</sup>

La intensidad de la TRRC permanece poco establecida, existen todavía estudios contradictorios en los que se ha demostrado que la supervivencia mejoraba cuando la intensidad de la terapia se aumenta de 20-35 ml/kg/hr a 35-45 ml/kg/hr , sin embargo tambien existen estudios que cuentan con resultados contradictorios.<sup>13,16</sup>

Fisiología y efectos de la TCRR .

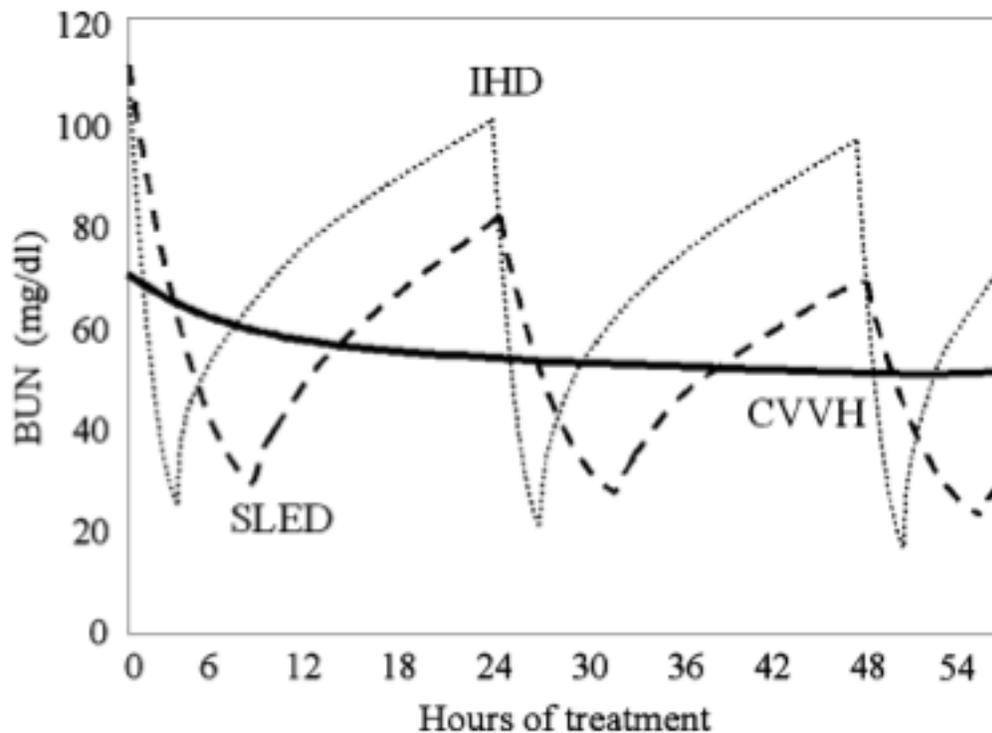
A pesar que hasta ahora no hay estudios que realmente avalen la superioridad en el desenlace de los pacientes (mortalidad y recuperación de la función renal) comparando la HDI y la TRRC, La TRRC representa una terapia ideal en restablecer la homeostasis renal, mantener balance hídrico adecuado y mantener la estabilidad hemodinámica y metabólica en pacientes con LRA.

**Control de líquidos.** Los pacientes que se encuentran en terapia intensiva, requieren de una infusión de volumen incluyendo resuscitación, hemodierivados, medicamentos, nutrición, los cuales deben mantenerse sin restricción, esto lleva a los pacientes críticamente enfermos con LRA a un balance positivo de líquido, y como consecuencia a edema intersticial que necesita ser removido para mantener el balance neutro o en muchas ocasiones negativo. La TRRC elimina líquido corporal de una manera lenta y continua, simulando el gasto urinario, mientras que las terapias intermitentes deben extraer volumen en pocas horas. Cuando hay depleción intra vascular de volumen asociado a un exceso de la tasa de ultrafiltrado es debido a la alta cantidad de líquido removido, pero también a la pérdida dialítica de solutos que lleva a un intercambio de líquido transcelular e intersticial. La mayor consecuencia de la eliminación rápida de solutos es la inestabilidad hemodinámica, y en el escenario clínico del paciente con LRA y choque el cual requiere de una cantidad elevada de ingresos, es importante mantener un reemplazo renal que garantice la eliminación lenta de líquido de manera prolongada para mantener el balance hídrico diario. Cuando se mantiene con la TRRC un control urémico y volémico adecuado el paciente puede recibir una dieta rica en proteínas, y mantener un balance nitrogenado adecuado con efectos favorables en el sistema inmune y en el desenlace final del paciente.<sup>9</sup>

Se debe poner especial atención a los pacientes que se encuentran en riesgo o que cuentan con aumento de la presión intra craneana, que presentan LRA en utilizar TRRC, ya que se ha demostrado que previene el aumento de PIC asociada a terapias de sustitución renal intermitentes.<sup>9,3</sup>

**Control de solutos.** Como se menciono previamente la depuración (K) es aplicable de manera mas adecuada a terapias de reemplazo continuo que a las intermitentes, en donde la depuración (K) es mas alta que en las TRRC y la eliminacion de masas es mayor ya que se aplica a un periodo menor de tiempo y no a 24 horas.

Durante la TRRC se aplican menor K, y se logra asi una lenta pero prolongada eliminación de solutos en una curva con pendiente estable como se muestra en la grafica de Ronco etal. evitandose de igual manera picos peligros en la concentración de solutos.<sup>9</sup>



Estps cambios en la conecentración de solutos, electrolitos, bicarbonato, osmolaridad plasmática y volemia no son fisiologicos y pueden tener un impacto importante en la hemodinámica, equilibrio hidroelectrolítico y acido base del paciente.<sup>9</sup>

**Control acido-base.** Los pacientes con volúmenes urinarios bajos o anuricos presentan academia leve por acumulación en los aniones no medidos, así como hiperfosfatemia e hiperlactatemia, esta es contrarrestada por el efecto alcalinizante de la hipoalbuminemia. Las terapias de reemplazo renal corrigen la acidoemia sin embargo la TRRC lo hace a una mayor velocidad y más rápidamente que la terapia intermitente, y es considerada superior fisiológicamente hablando.<sup>17</sup>

### ***Fisiopatología.***

La TRRC como parte de un circuito extracorpóreo implica contacto de la sangre con una superficie extraña, lo cual activa la cascada de coagulación y del complemento e induce estrés oxidativo y causando daño endotelial. Como ya se comentó previamente la anticoagulación continua aumenta el riesgo de sangrado, y la coagulación del sistema puede contribuir a pérdidas sanguíneas.

La TRRC también tiene implicaciones importantes de nivel metabólico que se asocian al cambio no selectivo de intercambio de solutos, a diferencia que la función renal en donde posterior al filtrado se reabsorben ciertas sustancias. En la TRRC se pierden sustancias, lo cual contribuye a la disminución de la defensa antioxidativa. Se pierden aproximadamente 10% de todos los aminoácidos, también hay pérdida de vitaminas hidrosolubles, glutamina, carnitina, selenio y cobre, por lo que estos pacientes requieren un adecuado ingreso de proteínas y micronutrientes extras.

La acidosis metabólica se corrige removiendo ácidos e intercambiándolo por un buffer, y los más utilizados son citrato, bicarbonato y lactato; el lactato es seguro y adecuado siempre y cuando el paciente mantenga adecuada perfusión tisular y buena función hepática.

### **Criterios de inicio de TCRR**

El tiempo de inicio para la TRRC sigue siendo hasta el día de hoy controvertido, es muy claro que las indicaciones de inicio de cualquier reemplazo renal (criterios convencionales) deben ser corregidas, como lo son elevación de potasio sérico, desequilibrio ácido-base, elevación importante de azoados y sobrecarga de volumen<sup>18</sup>, la decisión del momento de inicio es difícil ya que no es fácil estimar la evolución de la LRA. Los marcadores de LRA pueden ser útiles en determinar que pacientes recuperaran su función renal basal<sup>19</sup>, también se ha valorado una prueba de stress con diurético para predecir que pacientes pueden progresar a una LRA mas severa<sup>20</sup>.

Hasta ahora se recomienda que debe de iniciarse TRRC en pacientes con una disminución de la tasa de filtración glomerular con presencia, o riesgo de presentar sobrecarga de volumen, o sintomatología por acumulo de toxinas o solutos, sin embargo hasta ahora solo se recomienda por expertos que la TRRC debe iniciarse previo a que se presenten las complicaciones clínicas que pueden ocurrir en una LRA, sin embargo es difícil decidir exactamente en que punto ocurre esto, ya que existen complicaciones como la disfunción plaquetaria difíciles de evaluar de manera inicial.<sup>21</sup> A pesar de que el inicio temprano de TRRC no se ha logrado asociar con algún beneficio, el retraso del mismo si se asocia con mayor mortalidad y mayor estancia en intrahospitalaria/UTI, el termino “inicio temprano” e “inicio tardío” son subjetivos y no hay una definición bien establecida.<sup>22</sup>

Las indicaciones para el inicio de TRRC caen en dos categorías, las causas renales y las no renales. Existe un acuerdo general para inicio de terapia de sustitución renal en las siguientes situaciones “renales”:

**Sobrecarga de volumen.** Usualmente ocurre en el contexto de disminución de volúmenes urinarios, sin embargo en los pacientes con alto requerimiento de ingresos como se comentó previamente con gasto urinario insuficiente para mantener un balance neutro o negativo.

Existen recomendaciones de iniciar reemplazo renal previo a que la sobrecarga de volumen clínicamente aparente, en paciente con ingresos obligados elevados. En el contexto de LRA la mayoría de los médicos utilizan diurético previo al inicio de terapia de reemplazo renal, sin embargo existe una amplia variación en la dosis y duración de los mismos, y no se ha comprobado que el uso de estos logre mantener un balance negativo, e incluso existe evidencia que sugiere que pueden causar daño.

**Azoemia con síndrome urémico.** La retención de urea y otros productos de deshecho nitrogenados, resultan de la disminución en la tasa de filtración glomerular. La azotemia no representa patología renal, sino también una respuesta normal a la depleción de volumen intravascular o a la disminución en la perfusión renal. La elevación de azoados es un marcador del síndrome urémico, que es causado por toxinas diversas que normalmente se excretan de manera renal, dentro de las manifestaciones clínicas del síndrome urémico se encuentra náuseas, vómito, disfunción plaquetaria, sangrado de tubo digestivo, inmunosupresión, encefalopatía, derrame pleural y pericárdico.

Los síntomas urémicos correlacionan con el nivel de urea en la sangre, sin embargo la relación el nitrógeno de urea y los síntomas no es consistente entre individuos, e incluso en el mismo individuo en diferentes ocasiones; No hay un nivel de BUN que defina la uremia o que sea una pauta específica para indicación de sustitución renal por lo que la indicación de reemplazo renal así como el tiempo de inicio y la intensidad deben ser individualizada en pacientes en base a su estado clínico y no únicamente a estos marcadores séricos.

**Hiperkalemia (> 6 mEq/L).** La hiperkalemia puede ser severa y puede llevar a la muerte, la severidad de la hiperkalemia es mayor cuando se desarrolla de una manera aguda, en donde las concentraciones > 6mEq/L pueden causar disritmias, el signo electrocardiográfico más temprano de la hiperkalemia es el aplanamiento de las ondas T, lo que se asocia a irritabilidad

de los miocitos y requiere de tratamiento urgente. Existen diferentes manejos para la hiperkalemia previo al uso de hemodialis dentro de los que se incluye el calcio y preparaciones de soluciones glucosadas con insulina, asi como sluciones con bicarbonato.

**Acidosis metabolica (pH < 7.2).** La falla renal causa acidosis metabolica por retención de aniones como el fosfato y sulfato, asi como por disfunción tubular (hipercloremica). Las manifestaciones clínicas se encuenran desde alteraciones en las células inflamatorias como cambios en la mineralización osea en forma crónica. Las alteracones leves en el pH serico pueden ser manejadas con bicarbonato oral, sin embargo en caso de refractariedad se requiere hemodialis ya que es efectiva removiendo acidos asi como corrigiendo el balance de cloro y sodio. Generalmente debe mantenerse un ph arriba de 7.30.

Las indicaciones no renales para el uso de terpia de reemplazo renal son la elimicnación de toxinas dailizables, que incluyen farmacos, venen, medio de contraste y citocinas.

**Fármacos y toxinas.** Existen varias sustancias dilizables de famracos y toxinas como los son el metanol, isopropanolol, etilenglicol, litio, salicittatos, teofilina y acido valproico en los que se puede utilizar hemodialis intermitente o TRRC, la mayor parte dela intoxicaciones por estos fármacos no requieren de manejo con hemodalisiis. Sin embargo la mayor parte de la ssustancias de producen intoxicación y muerte no son dializables; el tamaño de la molecula y su grado de unión a proteínas determina en gran medida que sustancias pueden ser removidas. La TRRC es mas eficiente en remover toxinas con un mayor grado de unión a proteínas y sustancias con vida media plasmática mas larga, sin embargo el uso de TRRC en el manejo de intoxicaciones agudas es mas limitados, ya que comparado con la hemodiálisis intermitente (HDI) tiene menor eliminación por unidad de tiempo sin embargo tiene una ventaja sobre pacientes hemodinamicamente inestables.

**Medios de contraste.** Previamente se utilizaban medios de contraste iónicos hiperosmolares y el reemplazo renal era útil para remover estas sustancias, así como el líquido con el que se acumulaban, sin embargo ahora se utilizan medios de contraste con menor osmolaridad e incluso isoosmolares, sin embargo siguen siendo nefrotóxicos. Se ha demostrado que la HDI elimina el medio de contraste pero no ha demostrado disminuir la nefropatía por contraste, por lo que en TRRC el efecto es controversial y la mayoría de los centros no lo utilizan como otra medida para evitar la nefropatía por contraste.<sup>21, 23</sup>

**Citocinas.** Como se comentó previamente muchos mediadores endógenos de sepsis pueden ser removidos con el uso de TRRC (hemofiltración y hemodiafiltración), aunque sigue siendo controvertido si el uso de TRRC ofrece un beneficio adicional en pacientes con falla renal y sepsis, la evidencia no apoya el uso de la CVVH para remover toxinas en pacientes con sepsis pero sin falla renal.<sup>21</sup>

#### Cuando suspender la TRRC

Para suspender la TRRC existe incluso mayor heterogeneidad de datos, puede suspenderse cuando haya recuperación de la función renal, sin embargo esto es difícil de evaluar mientras el paciente sigue recibiendo la TRRC, actualmente se sugiere medir el volumen urinario y los niveles de creatinina sérica en una dosis constante de TRRC así como calcular el aclaramiento de creatinina utilizando niveles séricos y urinarios de la misma.<sup>24</sup> A continuación se describe el enfoque utilizado para suspender la TRRC en el estudio más grande hasta ahora publicado para determinar la intensidad de diálisis

<b>Depuración de creatinina</b>	<b>Decisión de TRRC</b>
<b>&lt;12 ml/min</b>	Continuar con TRRC

---

**12-20 ml/min**

Valorar según el juicio médico

**> 20 ml/min**

Suspender TRRC

---

Estos datos deben ser obtenidos a partir de una recolección de orina de por lo menos 6 horas, y valorarse cuando se logra un volumen urinario de > 30 ml/h.<sup>2125</sup>

El volumen urinario por si solo también ha sido uno de los predictores mas significativos para suspender la TRRC, 400 ml/dia es un corte razonable sin embargo se puede ver afectado por el uso de diuréticos, sin embargo la respuesta inducida con furosemide en pacientes sin recuperación inmediata en las primeras 24 horas puede predecir la recuperación renal.<sup>25</sup>

La necesidad de reutilizar la TRR esta asociada a mayor mortalidad, probablemente como reflejo mas bien de un marcador de severidad de enfermedad mas que demostrando que la suspensión temprana de TRRC es dañina.<sup>27</sup>

#### Complicaciones potenciales:

El aumento de la depuración de solutos logrado por la TRRC puede causar pérdidas también de aminoácidos, vitaminas, catecolaminas y otros componentes. La hipofosfemia severa (menor a 1 mg/dl) ocurre en aproximadamente la mitad de los pacientes en UTI y la TRRC puede contribuir a ello especialmente cuando se someten a tratamientos de alta intensidad, la hipofosfatemia se asocia a un espectro clínico amplio que incluye depresión miocárdica y respiratoria así como disfunción de sistema inmunológico.<sup>28</sup> La deficiencia de fósforo debe prevenirse y tratarse con adecuada suplementación del mismo. La hipomagnesemia también puede ocurrir por falta de aporte, ya que el líquido de reinyección no contiene magnesio.

A pesar de que la falla renal aguda es un padecimiento frecuente y grave, que además ha experimentado avances recientes en diagnóstico y tratamiento, no contamos con suficiente información sobre TCRR, particularmente se sabe poco sobre las indicaciones precisas de inicio y suspensión de la misma, y es importante valorar el desenlace clínico y las complicaciones asociadas en nuestro medio, Hasta ahora en nuestro país no hay reportes ni descripción de los pacientes por lo que proponemos un estudio que amplíe la información disponible y sirva de referencia para estudios prospectivos, en la población del CMABC, México y América latina.

### Antecedentes

En el CMABC se introdujo la terapia de reemplazo renal continua con el PRISMA convencional a principios del año 2009, posteriormente se inicio manejo con prismaflex en Mayo de 2015, hasta este momento con la mayor parte de las terapias se ha utilizado el PRISMAFELX, no se existen registros de los pacientes que utilizaron TRRC por parte de enfermería de UTI o resgistro en los expedientes, tampoco de las características de los pacientes al inicio, y el desenlace de los mismos, a pesar que es el centro en el país con mayor experiencia en este tipo de terapia.

### **Justificación.**

En países desarrollados la hemodialis intermitente y la terapia continua son las más utilizadas, la decisión de la modalidad yace principalmente en los recursos, experiencia, estado del paciente, y la indicación de inicio de TRRC, en nuestro país existen pocos lugares en donde se cuenta con la disponibilidad de la misma<sup>4</sup>, dentro de los cuales se encuentra el Centro Médico ABC.

Las indicaciones y dosis de la terapia renal sustitutiva hasta ahora no están establecidas de manera uniforme, y varían entre centros de atención y especialistas, el protocolo actual tiene

como objetivo describir las características de los pacientes al inicio, y crear una base epidemiología en nuestra institución y país.

## **MATERIAL Y METODOS**

### **Objetivos principales**

1. Describir las características clínicas de los pacientes en los que se inicia TCRR.
2. Identificar las indicaciones de inicio más frecuentes para TCRR en nuestro medio.

### **Objetivos secundarios**

1. Describir la evolución y desenlaces clínicos de pacientes sometidos a TCRR durante su hospitalización en UTI.
2. Identificar las complicaciones asociadas más frecuentes y factores asociados a mejor desenlace.

### **Diseño del estudio**

Descriptivo, observacional, retrospectivo.

### **Cálculo de tamaño de muestra y universo de estudio**

Incluye todos los pacientes hospitalizados en CMABC con LRA en UTI Se utilizará muestreo no aleatorio por conveniencia para casos consecutivos que cumplan con los criterios de inclusión.

### **Criterios de inclusión:**

Pacientes sometidos a PRISMAFLEX durante el periodo comprendido marzo 2013 a abril 2014, con expedientes completos y registros de las sesiones de HD por prismaflex.

### **Criterios de exclusión:**

Pacientes con expedientes incompletos.

## **Procedimientos**

Se tomaron expedientes digitalizados de los pacientes que se sometieron a TCRR (Prismaflex) durante el periodo comprendido entre Abril de 2013 a Abril de 2014, se recolectarán los datos en formatos especiales y se capturarán en una base de datos diseñada específicamente para el estudio.

El numero de paciente y número de episodio de aquellos que utilizaron TCRR se obtubieron partir de la base de datos proporcionada por departamento de inventarios.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

1. Se realizará estadística descriptiva con medidas de tendencia central y de dispersión, las variables categóricas serán expresadas con medidas de frecuencia absoluta y relativa y las variables lineales como promedio y desviación estándar o mediana y rangos intercuantiles según corresponda al comportamiento de la distribución de frecuencias.
2. Las pruebas de hipótesis para evaluar variables lineales serán la prueba de t de Student o prueba de U de Mann Whitney para muestras independientes o ANOVA de un factor o prueba de Prueba de Kruskal-Wallis. Las variables categóricas serán analizadas con prueba de Chi cuadrada o prueba exacta de Fisher.
3. Se realizarán análisis de sobrevida con modelos de regresión de cox y se representarán con estimaciones de Kaplan – Meier para supervivencia global y supervivencia libre de progresión, las medidas de fuerza de asociación se expresarán como razones de momios e IC95%.

4. Se considerará significancia estadística a un error alfa ajustado menor de 5% a dos colas. La paquetería estadística utilizada será STATA special edition V 11.1.

## **CONSIDERACIONES ÉTICAS:**

De acuerdo con el artículo 96 de la Ley General de Salud, este estudio se cataloga como de riesgo nulo para los participantes, ya que no involucra procedimientos que pongan en peligro la salud de los mismos, y se trata de un estudio retrospectivo además de que podrá la información podrá contribuir a la solución de problemas de salud. De acuerdo al reglamento de dicha ley en materia de investigación con seres humanos, en sus artículos 14 y 17 el presente proyecto, NO PRESENTA RIESGO, los datos serán tratados de forma confidencial sin hacer mención del nombre o códigos en particular tanto para identificación de pacientes como de médicos que hayan tratado a los pacientes, se solicitará evaluación por el departamento de ética y de investigación del CMABC y se obtendrá un número de registro para elaborar los documentos relacionados con este trabajo.

## **RESULTADOS**

### **Características clínicas**

Se incluyeron un total de 30 pacientes con una edad promedio de  $71 \pm 11$  años. El tiempo de estancia intrahospitalaria tuvo una mediana de 22 RIQ8-35 días una TFG CKDEPI  $40 \pm 39$  ml/hr.

Los intervalos de tiempo, de ingreso a UTI e inicio de aminos mediana 16 (RIQ 10 – 143) horas, ingreso a UTI e inicio de PRISMA mediana de 96 horas (RIQ 68 – 255), tiempo total de TRRC

mediana 105 horas (RIQ 68-255), intervalo entre inicio de aminos y TRRC mediana de 35 RIQ (10-153) horas, media de tiempo por filtro 29 +/- 16.5 horas/filtro.

Los pacientes tenían una procedencia del servicio de MI, cirugía y otros en el 64.7, 20.6, y 14.7%, respectivamente.

Los pacientes con LRA cumplieron criterios de AKIN 1,2,3 en el 3.7, 51.9 y 33% respectivamente. Recibieron manejo con con diuréticos intravenosos previo al inicio de TRRC el 57%, 25% tenían falla renal previa al uso de PRISMA con requerimiento de hemodiálisis.

Los Ingresos obligados por hora con un promedio de 171 ± 95 ml/hr. En cuanto a la Modalidad utilizada la distribución fue la siguiente: CVVDF 7%, CVVHD 7%, CVVHDF 88%.

Unicamente se utilizo anticoagulación con heparina, y esto en el 14.5% de lo pacientes, en aquellos no anticoagulados se utilizaron otras medidas para prevenir la coagulación del sistema como lo fueron la reinyección prefiltro y el aumento en el flujo sanguíneo.

En cuanto a las características operacionales, la reinyección postfiltro se llevo a cabo en el 20.6%, de los pacientes y la reinyección pprefiltro en el 77%. La dosis efectiva de diálisis recibida promedio fue de 35ml+/- 7.3/hr.

### **Indicaciones de inicio de TRRC**

Las indicaciones principales fueron en el 100%, inestabilidad hemodinámica, disminución de volúmenes urinarios en 89%, acidosis 64%, sobrecarga de volumen 46%, BUN 10.7%, hiperkalemia 8.8%.

Las cuasas identificadas que provocaron la Lesión renal aguda fueron de predominio multifactorial en el 77% dentro de estas causas especificas el 64.4% de los pacientes presentó

sepsis como parte de la LRE, isquemia en el 32%, tóxicas en el 35.7%, cardiogénica 28.6%, otras en el 17%.

### **Desenlaces clínicos**

En el seguimiento 8 pacientes (29%) sobrevivieron al retiro de prisma, de los cuales 37% tuvieron recuperación de la función renal. No se encontraron factores asociados a mortalidad.

### **DISCUSIÓN**

Nuestra investigación buscaba como objetivo principal recabar datos epidemiológicos de los pacientes que se someten a este tipo de terapia, ya que en nuestro país no se encuentran reportes de este tipo, y a nivel mundial son pocos los reportes epidemiológicos para poder determinar los patrones de tratamiento que se siguen. Menos de un tercio de los pacientes (23%) presentaban ERC mayor a III de manera premórbida, y se ha demostrado que estos pacientes cuentan con mayor riesgo de requerir hemodiálisis posterior, sin embargo esto no pudo corroborarse en nuestro estudio por el tamaño de la muestra y la falta de seguimiento posterior.

Dentro de las causas de LRA que requieren TRRC pudimos comprobar que la sepsis y el choque séptico son de las más comúnmente encontradas hasta en un 64.4% de los pacientes, esto sugiere que debe ponerse mayor atención y monitoreo en la detección y tratamiento de sepsis como parte de una medida de protección renal, especialmente en pacientes de mayor riesgo como lo son los nefropatas crónicos como mencionado previamente.

Es importante destacar, que como se ha mencionado en estudios epidemiológicos previos, el 77% de los pacientes con LRA severa, son por causas multifactoriales, asociadas a fallas en otro órgano, por lo que es difícil que las terapias enfocadas directamente al tratamiento de LRA

tengan un impacto mayor en el desenlace de los pacientes, ya que no se enfocan en tratar la enfermedad de base sino a la expresión clínica y complicaciones de la LRA.

Los datos obtenidos en nuestro estudio fueron comparados con los datos proporcionados por la Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI), quienes recomiendan el uso de terapia dialítica en pacientes que presentan una disminución en la tasa de filtración glomerular con riesgo o desarrollo de complicaciones clínicas como son el acumulo de toxinas o sobrecarga hídrica, en la población analizada el 90% de los pacientes tenían falla renal aguda, y el 85% del total una LRA calificada como AKI mayor a 2 (por elevación de creatinina o disminución de volumen urinario), la mayor parte de los pacientes ya habían presentado complicaciones clínicas de la LRA, como lo son la acidosis metabólica en el 64%, sobre carga de volumen clínicamente aparente en el 46% de pacientes, así como acumulación de toxinas, como nitrógeno de urea sérico arriba de 60 mg/dl en el 10.7%, e hiperkalemia en el 8.8%,. El 100% de los pacientes requirieron previo al inicio de TRRC uso de aminas vasoactivas, lo cual se interpretó como inestabilidad hemodinámica. En más del 80% de los casos la disminución de volúmenes urinarios es un detonante para evaluar el inicio de soporte renal, lo cual sugiere una medida importante por el cuerpo médico para evitar la sobrecarga excesiva de volumen y la uremia.

Como parte de la evolución se analizó la dosis recibida la cual fue de un promedio de 35ml $\pm$ 7.3/hr, la cual no se pudo comparar con la prescrita por falta de información en los expedientes clínicos, ya que en estudios previos existen datos discordantes en cuanto a dosis prescrita contra dosis recibida, actualmente no existen estudios que demuestren disminución de mortalidad con aumento de la intensidad en la TRRC, sin embargo es recomendación de experto utilizar dosis entre 20-35 ml/hr.

Nuestro objetivo secundario también fue describir las complicaciones y desenlaces de los pacientes. Pudimos observar que la combinación de estancia intrahospitalaria en UTI y

necesidad de manejo de terapia sustitutiva renal define a un grupo de pacientes con un pronóstico muy pobre, como se demostró en nuestro estudio en donde la mortalidad fue del 70%, lo reportado en la literatura ha sido siempre mayor al 50%, se deduce que estos pacientes tienen un alto índice de mortalidad, y de comorbilidad ya que todos contaban con un puntaje de severidad alto el como se corroboró con el puntaje de APACHE II, con un promedio al ingreso a terapia intensiva de  $20 \pm 11$ , con una mortalidad incluso similar a la del síndrome de distress respiratorio, en la cual se enfocan muchísimos más estudios e intervenciones terapéuticas en nuestro país.

Otra medida importante de desenlace fue el desenlace de la función renal en los pacientes sobrevivientes o en los pacientes que lograron reitrarse del soporte renal continuo. Posterior al retiro de TRRC el 63% de los pacientes requirieron tratamiento con hemodialis intermitente, y 37% se mantuvieron libres de terapia de reemplazo renal, lo cual comparado con otras cohortes reportadas (18-35%) fue un porcentaje elevado, sin embargo cabe destacar que no se llevo seguimiento mayor a un mes a los pacientes posterior al retiro de TRRC.

## **CONCLUSIONES**

En conclusión podemos decir a pesar de ser pacientes con alta mortalidad, los datos obtenidos en nuestra unidad de terapia intensiva, son consistentes con aquellos reportados fuera de nuestro país, sin embargo se requieren estudios posteriores con mayor número de pacientes para obtener mayores datos epidemiológicos incluyendo características de pacientes, complicaciones metabólicas y mayor seguimiento posterior a su egreso para evaluar el “desenlace renal”. Actualmente en diferentes unidades intensivas dentro de nuestro país se está implementando el mayor uso de TRRC, por lo que se espera que esto sea posible en los siguientes años.

## REFERENCIAS:

1. Himmelfarb, J. and Ikizler, T. A. (2010) 'Hemodialysis', *New England Journal of Medicine*, 363(19), pp. 1833–1845.
2. Tolwani, A. (2012) 'Continuous Renal-Replacement Therapy for Acute Kidney Injury', *New England Journal of Medicine*, 367(26), pp. 2505–2514.
3. Khwaja, A. (2012) 'KDIGO Clinical Practice Guidelines for Acute Kidney Injury', *Nephron Clinical Practice*, 120(4), pp. 179–184.
4. Hakim, R. M. (2014) 'Hemodialysis', in *National Kidney Foundation Primer on Kidney Diseases*. Elsevier BV, pp. 508–519.
5. Selby NM, McIntyre CW. A systematic review of the clinical effects of reducing dialysate fluid temperature. *Nephrol Dial Transplant* 2006.
6. Cerdá, J. and Ronco, C. (2009) 'Modalities of Continuous Renal Replacement Therapy: Technical and Clinical Considerations', *Seminars in Dialysis*, 22(2), pp. 114–122.
7. Kellum, J. A., Mehta, R. L., Angus, D. C., Palevsky, P. and Ronco, C. (2002) 'The first international consensus conference on continuous renal replacement therapy', *Kidney International*, 62(5), pp. 1853–1863.
8. Palevsky, P. M., Bunchman, T. and Tetta, C. (2002) 'The Acute Dialysis Quality Initiative [Part V: Operational characteristics of CRRT]', *Advances in Renal Replacement Therapy*, 9(4), pp. 268–272.
9. Ronco, C. and Ricci, Z. (2008) 'Renal replacement therapies: physiological review', *Intensive Care Medicine*, 34(12), pp. 2139–2146.
10. Liao Z, Zhang W, Hardy PA, Poh CK, Huang Z, Kraus MA, Clark WR, Gao D: Kinetic comparison of different acute dialysis therapies. *Artif Organs* 27:802–807, 2003
11. Kellum, J. A., Johnson, J. P., Kramer, D., Palevsky, P., Brady, J. J. and Pinsky, M. R. (1998) 'Diffusive vs. convective therapy', *Critical Care Medicine*, 26(12), pp. 1995–2000.
12. *Appendix 1: 10th Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI) Consensus Group* (2013) in *ADQI Consensus on AKI Biomarkers and Cardiorenal Syndromes*. S. Karger AG, pp. 195–196.

13. Tolwani, A. J., Campbell, R. C., Stofan, B. S., Lai, K. R., Oster, R. A. and Wille, K. M. (2008) 'Standard versus High-Dose CVVHDF for ICU-Related Acute Renal Failure', *Journal of the American Society of Nephrology*, 19(6), pp. 1233–1238
14. Gattas, D. J., Rajbhandari, D., Bradford, C., Buhr, H., Lo, S. and Bellomo, R. (2015) 'A Randomized Controlled Trial of Regional Citrate Versus Regional Heparin Anticoagulation for Continuous Renal Replacement Therapy in Critically Ill Adults\*', *Critical Care Medicine*, 43(8), pp. 1622–1629.
15. Paganini, E. P., Depner, T. and Wensley, D. (2002) 'The Acute Dialysis Quality Initiative[mdash ]Part III: Solute control (treatment dose)', *Advances in Renal Replacement Therapy*, 9(4), pp. 260–264.
16. *Intensity of Continuous Renal-Replacement Therapy in Critically Ill Patients* (2009) *New England Journal of Medicine*, 361(17), pp. 1627–1638.
17. Uchino S, Bellomo R, Ronco C (2001) Intermittent versus continuous renal replacement therapy in the ICU: impact on electrolyte and acid–base balance. *Intensive Care Med* 27:1037–1043.
18. Bellomo R, Kellum JA, Ronco C. Acute kidney injury. *Lancet* 2012; 380:750-56.
19. Srisawat N, Murugan R, Lee M, Kong L, Carter M, Angus DC, et al. Plasma neutrophil gelatinase-associated lipocalin predicts recovery from acute kidney injury following community-acquired pneumonia. *Kidney Int.* 2011;80:545–52.
20. Srisawat N, Wen X, Lee M, Kong L, Elder M, Carter M, et al. Urinary biomarkers and renal recovery in critically ill patients with renal support. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2011;6:1815–23.
21. Kellum, J. A., Bellomo, R. and Ronco, C. (2010) *Continuous Renal Replacement Therapy*. United Kingdom: Oxford University Press.
22. Karvellas CJ, Farhat MR, Sajjad I, Mogensen SS, Leung AA, Wald R, et al. A comparison of early versus late initiation of renal replacement therapy in critically ill patients with acute kidney injury: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2011;15:R72.
23. Lee PT, Choy KJ, Liu CP, et al. Renal protection for coronary angiography in advance renal failure patients by prophylactic hemodialysis. A randomized controlled trial. *J Am Coll Cardiol*, 2007; 50: 1015-1020.
24. Uchino S, Bellomo, Morimatsu H, et al. Discontinuation of continuous Renal Replacement Therapy: A prospective Multicenter observational study. *Crit Care Med* 2009 Sep;37(9):2576-82
25. Palevsky PM, Zhang JH, O'Connor TZ, Chertow GM, Crowley ST, Choudhury D, et al. Intensity of renal support in critically ill patients with acute kidney injury. *N Engl J Med.*

2008;359:7–20.

26. Van der Voort, P. H., Boerma, E. and Pickkers, P. (2014) 'The furosemide stress test to predict renal function after continuous renal replacement therapy', *Critical Care*, 18(3), p. 429.
27. Ronco et al, renal replacement therapy in acute kidney injury: controversy and consensus. *Critical care* 2015; 19:146
28. Hiermath S, Silvar S, Magner P. Phosphatate balance with continuous renal replacement therapy: a simple solution. *Am J Kidney* 2013; 62:644
29. Cole L, Bellomo R, Silvester W, Reeves JH: A prospective, multicenter study of the epidemiology, management, and outcome of severe acute renal failure in a "closed" ICU system. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;162:191-196.
30. Jonathan Himmelfarb, MD, and T. Alp Ikizler, MD, Suri RS , Nesrallah GE , Mainra R , et al. Daily hemodialysis: a systematic review. *Clin J Am Soc Nephrol* 2006;1:33-42
31. Payen D, Mateo J, Cavaillon JM, Fraise F, Floriot C, Vicaut E. Impact of continuous venovenous hemofiltration on organ failure during the early phase of severe sepsis: a randomized controlled trial. *Crit Care Med*. 2009;37:803–10.
32. Karvellas CJ, Farhat MR, Sajjad I, Mogensen SS, Leung AA, Wald R, et al. A comparison of early versus late initiation of renal replacement therapy in critically ill patients with acute kidney injury: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2011;15:R72.
33. Leite TT, Macedo E, Pereira SM, Bandeira SR, Pontes PH, Garcia AS, et al. Timing of renal replacement therapy initiation by AKIN classification system. *Crit Care*. 2013;17:R62.
34. Bellomo R, Cass A, Cole L, Finfer S, Gallagher M, Lee J, et al. An observational study fluid balance and patient outcomes in the Randomized Evaluation of Normal vs Augmented Level of Replacement Therapy trial. *Crit Care Med*. 2012;40:1753–60.
35. Wu VC, Ko WJ, Chang HW, Chen YW, Lin YF, Shiao CC, et al. Risk factors of early redialysis after weaning from postoperative acute renal replacement therapy. *Intensive Care Med*. 2008;34:101–8.
36. Uchino S, Bellomo R, Morimatsu H, Morgera S, Schetz M, Tan I, et al. Discontinuation of continuous renal replacement therapy: a post hoc analysis of a prospective multicenter observational study. *Crit Care Med*. 2009;37:2576–82.