



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

**INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y
NUTRICIÓN
“SALVADOR ZUBIRÁN”**

**RESULTADOS POSTERIORES A LA IMPLEMENTACIÓN
DE UN PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA DE LA
CALIDAD EN LAS TERAPIAS DE REEMPLAZO RENAL
CONTINUA EN EL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS
MÉDICAS Y NUTRICIÓN “SALVADOR ZUBIRÁN”**

TESIS

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

NEFROLOGÍA

PRESENTA:

YAZMIN ALEJANDRA MERCADO HERNÁNDEZ

**TUTOR DE TESIS
DRA. OLYNKA VEGA VEGA**

**ASESOR PRINCIPAL
DR. JOSÉ RICARDO CORREA ROTTER**



INCMNSZ

Ciudad Universitaria, CD.MX., 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

TÍTULO

RESULTADOS POSTERIORES A LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA DE LA CALIDAD EN LAS TERAPIAS DE REEMPLAZO RENAL CONTINUA EN EL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN "SALVADOR ZUBIRÁN"



INCMNSZ
INSTITUTO NACIONAL
DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN
"DR. SALVADOR ZUBIRÁN"
DIRECCIÓN DE ENSEÑANZA

Dr. José Alberto Ávila Funes

Director de Enseñanza

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán"

Dr. José Ricardo Correa Rotter

Profesor titular del curso de Nefrología

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán"

Dra. Olynka Vega Vega

Tutora de tesis

Médico adscrito al Departamento de Nefrología y Metabolismo Mineral

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán"

ÍNDICE

1.	RESUMEN.....	4
2.	MARCO TEÓRICO	5
3.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	12
4.	JUSTIFICACIÓN.....	13
5.	HIPÓTESIS.....	14
6.	OBJETIVOS	15
7.	MATERIALES Y MÉTODOS	16
8.	RESULTADOS.....	20
9.	DISCUSIÓN.....	41
10.	CONCLUSIONES	46
11.	REFERENCIAS.....	47

1. RESUMEN

Introducción: Las métricas de calidad (MC) son métodos utilizados para medir, monitorear y evaluar prácticas en distintos sistemas de salud. Existen reportes en los que se ha descrito una mejoría en algunas MC posterior a la implementación de un programa de mejora continua de la calidad en terapia de reemplazo renal continua (TRRC).

Objetivos: Comparar el grado de cumplimiento de metas en MC de TRRC posterior a la implementación de un programa de mejora continua de la calidad (en el periodo del 01/01/20 al 31/12/23), con el periodo previo a la implementación de dicho programa (del 01/01/2016 al 31/12/19).

Material y métodos: Estudio descriptivo, observacional, longitudinal y retrolectivo, se incluyeron pacientes del INCMNSZ con LRA o ERC e indicación de TRRC, del 01/01/20 al 31/12/23 (post implementación del programa de mejora continua de la TRRC, periodo 2). El programa consistió en integración de la anticoagulación regional con citrato (ARC) y la estandarización de la prescripción de la TRRC cuando no se indicaba ninguna anticoagulación. Se recabaron características demográficas, clínicas y de laboratorio, además de datos sobre la prescripción y la entrega de las sesiones de TRRC. Se calcularon y analizaron las MC, y se compararon con las MC del periodo previo a la implementación del programa (Periodo 1: 01/01/2016 al 31/12/2019).

Resultados: En el periodo 1 se realizaron 219 sesiones de TRRC, en el periodo 2, 412, que fueron las que se analizaron. Posterior a la implementación del programa de mejora continua en la calidad en TRRC, hubo un aumento de 3.5 veces el porcentaje de filtros que duraron >60 h, un aumento del 30% en las sesiones que alcanzaron una relación dosis entregada/prescrita >80%, y un aumento del 10% en el número de sesiones en las que se logró un tiempo fuera de máquina (“downtime”) <10%, en comparación con el periodo previo a la implementación del programa. La relación UF logrado / UF prescrito fue >80% en el 61% de las sesiones vs 68% en el periodo previo.

Se reportó algún tipo de complicación en el 32% de las sesiones. En el periodo 1 el 15% de las sesiones no alcanzaron ninguna meta en las MC analizadas, esta cifra disminuyó al 6% en el 2° periodo. En el periodo 1 el 19% de las sesiones alcanzaron una meta de MC, en comparación con el 13% en el 2° periodo. En el 1° periodo, el 27% de las sesiones alcanzaron a cumplir dos metas y aumentó al 41% en el 2°. Por último, en el 1° periodo el 39% de las sesiones lograron cumplir tres metas de MC, similar al 40% en el 2° periodo.

Conclusiones: La implementación de un programa de mejora continua de la calidad en los tratamientos de TRRC, que consistió en introducir ARC, una prescripción estandarizada para los tratamientos que se otorgan sin anticoagulación, y educación del personal médico y de enfermería, es factible y exitoso. Se logró una mejoría >20% en las MC de vida útil del filtro y dosis entregada.

2. MARCO TEÓRICO

Desde la década de 1970, el acceso a maniobras terapéuticas como la ventilación mecánica invasiva (VMI), el desarrollo y experiencia con más y mejores drogas vasoactivas ha permitido que un número creciente de pacientes críticamente enfermos atendidos en unidades de terapia intensiva (UTI) sobrevivieran periodos más prolongados, y esto conllevó al incremento en el desarrollo de lesión renal aguda (LRA)¹. Cuando la capacidad de los riñones de estos pacientes no permite eliminar adecuadamente solutos y líquidos, los pacientes requieren terapia de reemplazo renal (TRR)².

La LRA grave, especialmente cuando es causada por sepsis, se asocia con más días de hospitalización, mayor mortalidad, aumento de costos y mayor riesgo de desarrollar enfermedad renal crónica (ERC)³. Inicialmente el uso de TRR diseñadas para uso en situaciones crónicas, en pacientes críticamente enfermos se relacionaba con una alta

morbilidad y mortalidad, la cual se reportaba hasta el 70%⁴. Los pacientes con inestabilidad hemodinámica no toleraban bien la hemodiálisis intermitente (HDI) debido a la rápida remoción de líquidos y solutos, lo que frecuentemente causaba complicaciones cardiovasculares⁵.

En respuesta a esta necesidad, en 1977 Peter Kramer desarrolló las terapias de reemplazo renal continua (TRRC) en Göttingen, Alemania⁶. A diferencia de otros métodos de TRR, la TRRC proporciona un aclaramiento eficaz y seguro de solutos, remoción de líquidos, control térmico y regulación del estado ácido-base sin comprometer la estabilidad hemodinámica. Con algunas modalidades específicas de reemplazo continuo de la función renal, también se ha demostrado un manejo efectivo de la tonicidad del plasma y la eliminación de toxinas no urémicas solubles en agua (como el amonio en falla hepática aguda y creatinquinasa en rabdomiólisis)¹.

En los últimos años, la TRRC se ha convertido en la principal forma de soporte vital orgánico para pacientes críticamente enfermos, además es la forma dominante de TRR en las UTI de países de ingresos altos y en forma creciente, en muchos de ingresos medios¹. En los últimos años ha habido cambios importantes en la TRRC, las máquinas se han vuelto más sofisticadas, los catéteres de doble lumen permitieron el cambio de la terapia de ser arterio-venosa a ser veno-venosa, los filtros de doble puerto permitieron realizar difusión además de convección, además las membranas disponibles en la actualidad son más biocompatibles y eficientes¹.

La superioridad de la TRRC sobre TRR convencionales tiene evidencia en grupos específicos de pacientes. Las Guías de Práctica Clínica para la LRA KDIGO 2012 recomiendan el uso de TRRC en pacientes inestables hemodinámicamente o con una lesión cerebral aguda o alguna otra causa de aumento en la presión intracraneal o de edema cerebral, con un nivel de recomendación 2 y un grado B⁷. El éxito de la TRRC depende de factores como la relación dosis entregada/dosis prescrita, la cual depende de la administración de líquidos de sustitución y/o dializante, la duración del tratamiento, el tipo de membrana y modalidad utilizada, además de la anticoagulación.

Es esencial tener un protocolo bien establecido, en el que se definan adecuadamente indicaciones de inicio y suspensión del tratamiento, del manejo de accesos vasculares, y del personal médico y de enfermería adecuadamente entrenado⁸.

Sin embargo, pocos estudios han evaluado la calidad de la atención en pacientes con LRA que reciben alguna modalidad de TRR, encontrando variaciones en la práctica y una calidad general subóptima⁹. La heterogeneidad en la práctica clínica de la TRRC puede deberse a factores logísticos y de recursos, así como a la falta de evidencia clara. Es necesario un esfuerzo continuo que permita el desarrollo de evidencia para estandarizar la práctica y mejorar los resultados de los pacientes¹⁰.

Los indicadores o métricas de calidad (MC) son herramientas para medir y evaluar prácticas en sistemas de salud, que permiten comparar la calidad de la atención entre los mismos. Se han descrito utilizando el marco de Donabedian, que los clasifica en indicadores sobre estructura, procesos y resultados¹⁰.

En 2019, la Iniciativa de Calidad en Enfermedades Agudas (ADQI) para la Calidad de la Atención y Medidas de Seguridad de la Terapia de Reemplazo Renal Aguda, realizada en San Diego, USA, propuso un panel de indicadores de calidad para la TRR, los cuales son:

Métrica	Definición	Meta propuesta
Vida del filtro	Número de filtros que duraron 60 h/total de filtros utilizados	>60% de los filtros
Dosis entregada	(Dosis realmente entregada/24 h) / (dosis prescrita/24 h)	>80% de la dosis
Manejo de líquidos	(Ultrafiltrado logrado/24 h) / (ultrafiltrado prescrito/24 h)	>80% de ultrafiltrado
Aclaramiento de solutos pequeños	(Cr en suero en día 1 – Cr en suero en día 2) / Cr en suero en día 2	Sin incremento

Tiempo fuera de máquina "Downtime"	Horas de TRRC / 24 h	<10% del tiempo
Eventos adversos	Número de eventos adversos / número de pacientes en TRRC	0 eventos
Disfunción del catéter	Número de catéteres libres de disfunción / número de catéteres con disfunción	≥80% de los catéteres
Bacteremias asociadas a catéteres centrales	Bacteremias asociadas a catéteres centrales / número de días – catéter	0 eventos/catéter

Dichos indicadores fueron basados en investigación basado en el proceso Panel – Delphi, con opinión de expertos¹¹.

Una revisión sistemática de 133 estudios sobre TRRC identificó 18 indicadores de calidad frecuentemente descritos, los cuales, de acuerdo al marco de Donabedian, fueron divididos en:

- **Indicadores de estructura:** vida y eficacia del filtro, flujo sanguíneo, equipo con entrenamiento especializado.
- **Indicadores de procesos:** aclaramiento de solutos pequeños, dosis entregada, downtime, número de interrupciones, manejo de líquidos, colonización, disfunción del catéter, volumen del efluente, y adherencia a los protocolos.
- **Indicadores de desenlaces:** sangrado, eventos tromboembólicos, bacteremias asociadas a los catéteres y trombocitopenia¹².

Un problema común en la literatura sobre la medición y el reporte de las MC en la TRRC es la variedad de definiciones empleadas para cada indicador. Por ejemplo, la

falla del filtro se ha definido de diversas maneras, tales como: 1) duración menor a 24 horas, 2) coagulación espontánea o presión transmembrana superior a 200-250 mmHg, 3) presencia de un coágulo en el filtro o en cualquier parte del circuito. Otro ejemplo son las complicaciones, entre ellas sangrado, que se ha descrito de múltiples formas, incluyendo: 1) sangrado reciente que amerita transfusión, 2) hemorragia pulmonar, 3) sangrado reciente que requiera más de dos unidades de paquetes globulares, 4) sangrado macroscópico con caída de la presión arterial sistólica o diastólica mayor a 20 mmHg dentro de las 24 horas posteriores, 5) aumento inadecuado de la cifra de hemoglobina tras una transfusión, o 6) disminución del 2% del hematocrito. La diversidad de definiciones existentes para cada variable dificulta la comparación entre los indicadores en los estudios clínicos, así como el establecimiento de puntos de referencia, dificultando la estandarización de la terapia¹¹.

El único informe disponible en nuestro país sobre MC en TRRC es el que se realizó en nuestro Instituto por la Dra. Rodríguez Armida¹³, como parte de su tesis en Nefrología, que analizó las MC en pacientes de 2016 a 2019 para evaluar el programa de TRRC del Instituto.

En dicho trabajo de tesis, se evaluaron 219 sesiones de TRRC, el 70% de los pacientes eran hombres, con una mediana de edad de 53 años. El principal diagnóstico al ingresar a la UTI fue sepsis (59.6%), y la mediana de tiempo entre el ingreso a la UTI y el inicio de la TRRC fue de 1 (0.5 – 3.5) días. De los pacientes, 23 (40%) habían recibido al menos una sesión de HDI previamente. Al inicio, 55 pacientes (91.2%) estaban con ventilación mecánica invasiva (VMI), y 52 (91.2%) recibían apoyo vasopresor. En 29 pacientes (50.9%) había más de una indicación para iniciar TRRC, siendo la sobrecarga de volumen la segunda indicación más común (35%). En cuanto a la modalidad, en 218 sesiones (99.5%) se utilizó hemodiafiltración veno-venosa continua (CVVHDF).

En la siguiente tabla se muestran las cinco métricas de calidad que se midieron y analizaron en dicho trabajo.

Métrica	Meta propuesta	Metas alcanzadas
Vida útil del filtro	>60 h, cambios planeados	15.87% (n=20/126)
Dosis entregada vs dosis prescrita	>80%	65.2% (n=143/219)
Ultrafiltrado entregado vs prescrito	>80%	69.07% (n=134/194)
Tiempo fuera de máquina (downtime)	<10%	64.38% (n=141/219)
Complicaciones reportadas	0%	7.3% (16/219))

La mediana de vida útil de los filtros fue de 23 (10.8 – 47) horas, en el 44% de las sesiones se realizaron cambios de filtro no planeados. Durante ese periodo en nuestro instituto no se disponía de anticoagulación con citrato y solo en el 21.5% de las sesiones se utilizó heparina no fraccionada (HNF) como anticoagulante; en el restante 78.5% de las sesiones no se empleó ningún método de anticoagulación¹³.

La razón más común para la terminación no planificada o prematura de la TRRC es la coagulación del circuito extracorpóreo, principalmente del filtro. La coagulación del filtro produce varios resultados no deseados, como pérdida de sangre, administración de una dosis de diálisis inadecuada debido a la interrupción del tratamiento, e incremento en los costos asociados con el uso del set / equipo desechable utilizado. Las principales causas de una vida corta de los circuitos incluyen la ausencia o el uso inadecuado de anticoagulación, una alta fracción de filtración (mayor al 20-25%), un acceso vascular disfuncional que puede causar estancamiento de sangre en el circuito extracorpóreo, y el efecto "clogging" (formación de una pseudomembrana en el filtro debido al acúmulo de proteínas). Además, las interrupciones en el tratamiento debido a situaciones como alarmas en la máquina, cambios en las soluciones de sustitución y/o en los filtros, la realización de estudios de

imagen y/o procedimientos quirúrgicos, pueden impactar significativamente el tiempo que el paciente permanece conectado a la máquina y, por lo tanto, en la dosis real administrada³.

El contacto de la sangre con el circuito extracorpóreo provoca la activación de las vías intrínseca y extrínseca de la coagulación, así como de las plaquetas, lo que resulta en el depósito de fibrina y la coagulación (o *clotting*) del filtro¹⁴. Esta coagulación disminuye la eficiencia del aclaramiento de solutos al reducir la superficie de la membrana disponible para los procesos de difusión o convección¹⁵.

El objetivo de la anticoagulación en la TRRC es mantener la permeabilidad del circuito extracorpóreo, tratando de minimizar las complicaciones en los pacientes. Lograr una anticoagulación adecuada implica encontrar un equilibrio sutil entre coagulación y sangrado. Las estrategias disponibles para prevenir la coagulación del circuito incluyen medidas generales como lavados con solución salina, uso de líquido de sustitución prefiltro en línea, y agentes anticoagulantes como la heparina no fraccionada (HNF), heparina de bajo peso molecular, antagonistas de trombina, membranas cubiertas de heparina y la anticoagulación regional con citrato (ARC)³.

La ARC ha demostrado ser segura y efectiva para la TRRC en la mayoría de los pacientes críticamente enfermos en UTI¹⁶. Un meta-análisis de ensayos clínicos controlados aleatorizados reveló que la ARC disminuye el riesgo de pérdida del circuito, falla del filtro, sangrado y trombocitopenia inducida por heparina (HIT), en comparación con el uso de HNF¹⁷.

De acuerdo con la Guía de Práctica Clínica para la Lesión Renal Aguda KDIGO 2012, se recomienda utilizar ARC en lugar de heparina no fraccionada o de algún otro tipo, en pacientes que no presenten un riesgo elevado de sangrado ni coagulopatía, que no estén recibiendo anticoagulación sistémica efectiva y que se encuentren recibiendo TRRC, siempre y cuando no haya contraindicaciones para el uso de citrato. Esta recomendación tiene un nivel de recomendación 2 y un grado B⁷.

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años, en nuestro país ha aumentado el número de pacientes críticamente enfermos que desarrollan LRA grave con requerimiento de TRRC, o de pacientes con ERC previa que desarrollan alguna enfermedad crítica e ingresan a una UTI. Afortunadamente, en algunas instituciones como la nuestra, también ha habido un aumento en el acceso a la tecnología y personal necesario para otorgar TRRC.

A pesar de la existencia de guías de práctica clínica, aún existe variación y heterogeneidad en la práctica diaria en los distintos centros hospitalarios en los que se realiza TRRC, tanto en la prescripción, como en la entrega de dicha terapia, lo que puede ocasionar que se otorguen sesiones de calidad subóptima, con repercusión negativa en los desenlaces clínicos de los pacientes, y en los costos para el sistema de salud.

En nuestro país el único reporte sobre MC en TRRC fue realizado en nuestro Instituto por la Dra. Rodríguez Armida, en el que se incluyeron a los pacientes que recibieron al menos una sesión de TRRC de 2016 a 2019 en el INCMNSZ. En cuatro de las cinco MC analizadas, menos del 70% de las sesiones analizadas cumplieron las metas recomendadas según las guías internacionales, solo en el 41% de las sesiones se cumplieron dichas metas. Por ejemplo, la mediana de vida útil de los filtros fue de 23 horas, con 44% de cambios no planeados. Respecto a la meta de lograr que más del 60% de los filtros utilizados tengan una vida útil de más de 60 horas, esto se logró solamente en el 15.87% de los filtros utilizados. Esto puede ser explicado porque en dicho periodo, en nuestro Instituto no se contaba con citrato para anticoagulación regional, solo se contaba con HNF como anticoagulación sistémica. Además, en el 78.5% de las sesiones no se utilizó anticoagulación por alguna contraindicación en el paciente.

Otro factor que pudo influir importantemente es la curva de aprendizaje natural en el uso o en la aplicación de una terapia específica, en virtud de que las TRRC tienen

aproximadamente una década de aplicación en el Instituto, y anteriormente se practicaban fundamentalmente terapias intermitentes o bien lentas prolongadas con equipo de hemodiálisis convencional.

Al tener este análisis de las MC de nuestro programa, se estableció un programa de mejora continua de la calidad de estos tratamientos. El programa consistió en tres pasos:

1. Introducción de anticoagulación regional con citrato en nuestros tratamientos.
2. Educación del personal médico y de enfermería del departamento de Nefrología y Metabolismo Mineral sobre prescripción y monitoreo de la ARC.
3. Estandarización de la prescripción de los tratamientos en los que no se utilice anticoagulación. Para esto se implementó un protocolo basado en hemodiafiltración veno-venosa continua (CVVHDF), en el que el 90% de la dosis calculada se prescriba como flujo dializante, y solo el 10% como flujo de líquido de sustitución en modalidad post-filtro.

Al instaurar estas tres medidas en la búsqueda de mejora continua, se pretendía que al menos se impactara en dos de las MC propuestas por la ADQI: vida útil del filtro y dosis entregada.

4. JUSTIFICACIÓN

Como se mencionó previamente, el único análisis realizado sobre MC en TRRC en nuestro país fue el realizado por la Dra. Rodríguez Armida, en el que se incluyeron pacientes que recibieron al menos una sesión de TRRC de 2016 a 2019, cuando sólo contábamos con HNF para anticoagulación del circuito.

A partir de 2020 se inició el programa de mejora continua de la calidad en nuestro programa de TRRC como se describió en la sección de definición del problema. Sin

embargo, hasta el momento no se había evaluado el impacto de este programa en las MC de los tratamientos realizados en nuestra institución.

Por otro lado, la pandemia por COVID-19 impactó importantemente en cuanto al tipo de pacientes que eran atendidos en las áreas críticas de nuestro Instituto, así como en sus desenlaces clínicos, en virtud de que la institución fue convertida en centro COVID-19 inicialmente en forma exclusiva y posteriormente en un formato híbrido. Conocer y analizar las características clínicas y de laboratorio de los pacientes que recibieron alguna sesión de TRRC, sus condiciones generales, el manejo multidisciplinario que recibieron y sus desenlaces, resulta relevante para continuar diseñando estrategias específicas que permitan lograr una mejoría continua en la atención a la salud en nuestro Instituto.

El recolectar, cuantificar y analizar rutinariamente la manera en la que se prescriben y entregan las sesiones de soporte renal continuo en nuestro Instituto a lo largo del tiempo (incluyendo el periodo de la pandemia por COVID-19), nos permitirá identificar nuevas áreas de oportunidad, para con esto poder seguir planteando estrategias de mejora continua de la calidad que contribuyan a estandarizar la práctica, con el objetivo de contribuir a mejorar los desenlaces de los pacientes críticos que requieren TRRC.

5. HIPÓTESIS

El grado de cumplimiento de metas en las MC, particularmente vida del filtro y dosis entregada en el periodo posterior a la implementación del programa de mejora continua de la calidad en TRRC (del 1 de enero de 2020 al 31 de diciembre de 2023) será mayor en al menos un 20% que lo alcanzado en el periodo previo a la implementación de dicho programa (del 1 de enero de 2016 al 31 de diciembre de 2019).

6. OBJETIVOS

a. Objetivo primario: Comparar el grado de cumplimiento de metas en las MC de TRRC vida del filtro y dosis entregada posterior a la implementación de un programa de mejora continua de la calidad (del 01 de enero de 2020 al 31 de diciembre de 2023), con el periodo previo a la implementación de dicho programa (del 01 de enero de 2016 al 31 de diciembre de 2019).

b. Objetivos secundarios:

- 1) Describir las características demográficas, antropométricas, clínicas y de laboratorio de los pacientes que recibieron al menos una sesión de TRRC en el INCMNSZ durante el periodo del 01 de enero de 2020 al 31 de diciembre de 2023.
- 2) Describir los desenlaces clínicos de los pacientes que recibieron por lo menos una sesión de TRRC en el INCMNSZ del 1 de enero de 2020 al 31 de diciembre de 2023.
- 3) Analizar las siguientes MC en TRRC en los pacientes que recibieron por lo menos una sesión de TRRC en el INCMNSZ del 1 de enero de 2020 al 31 de diciembre de 2023, y comparar con las metas recomendadas en guías internacionales.
 - a) Vida del filtro
 - b) Dosis entregada vs dosis prescrita
 - c) Ultrafiltrado logrado vs prescrito
 - d) Tiempo fuera de máquina "Downtime"
 - e) Presencia y tipo de complicaciones
- 4) Evaluar la diferencia en la vida útil del filtro en las sesiones de TRRC realizadas a pacientes que recibieron ARC vs anticoagulación sistémica con HNF vs aquellos que no recibieron anticoagulación.
- 5) Planear estrategias para continuar midiendo de manera rutinaria las MC de las sesiones de TRRC en el INCMNSZ.

- 6) Detectar áreas de oportunidad de mejora en la prescripción, entrega y registro de las TRRC, con el objetivo de otorgar sesiones de mayor calidad a los pacientes.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

Temporalidad y diseño del estudio

Se trata de un estudio descriptivo, observacional, longitudinal y retrolectivo, realizado con pacientes de un hospital de tercer nivel de atención (Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”), en la Ciudad de México.

Criterios de inclusión

- Hombres y mujeres mayores de 18 años.
- Lesión renal aguda o enfermedad renal crónica con indicación de TRRC.
- Atendidos en el INCMNSZ del 01 de enero del 2020 al 31 de diciembre del 2023.

Criterios de exclusión

- Pacientes a quienes se les haya indicado una sesión de TRRC y que por algún motivo no la hayan recibido.
- Pacientes incluidos en algún protocolo en el que se especifique que haya cambios del filtro c/24 horas.

Criterios de eliminación

- Pacientes cuyo expediente físico o electrónico no cuente con la información completa.

Metodología

Se obtuvo acceso a la base de datos de la Dra. Rodríguez Armida, la cual contiene los datos demográficos, antropométricos, clínicos, de laboratorio y especificaciones de la TRRC de los pacientes que recibieron al menos una sesión de TRRC del año 2016 al 2019.

Posteriormente, del censo de pacientes hospitalizados o en el servicio de urgencias del Departamento de Nefrología y Metabolismo Mineral del INCMNSZ, se identificaron a todos los pacientes a los que se les prescribió al menos una sesión de TRRC del año 2020 al 2023. De los pacientes identificados se revisaron el expediente electrónico y el físico para obtener datos demográficos, antropométricos, clínicos y de laboratorio. Además, se revisaron las hojas de indicaciones médicas y registros de enfermería de TRRC para obtener los datos de cada una de las sesiones prescritas y entregadas.

De la misma manera que como fue realizado en la primera evaluación de MC en el Instituto, las sesiones de TRRC se analizaron por episodios, los cuales fueron definidos de forma arbitraria por periodos de 24 horas (tiempo que tiene validez la hoja de indicaciones médicas y la hoja de registro de enfermería) para aquellos casos en los que el (la) paciente haya estado conectado a la terapia más de este tiempo. Para los pacientes que recibieron sesiones de menor duración, o que presentaron alguna complicación o situación que ameritara retornar y desconectar al paciente del circuito, los episodios se definieron como el tiempo desde el inicio de la sesión, hasta el momento en que se realizó la desconexión, registrando el motivo y la hora del término de la misma. De acuerdo con estas especificaciones, un solo paciente puede contar con varios episodios, cada uno analizado de manera independiente.

Los datos fueron recolectados en la base de datos previamente diseñada, la cual estaba dividida en los siguientes rubros:

- 1) *Características demográficas y antropométricas*: sexo, edad, peso referido, talla e índice de masa corporal.
- 2) *Características clínicas*: comorbilidades, diagnóstico de ingreso a UTI, fecha de ingreso al hospital, fecha de ingreso a la UTI, fecha de inicio y fecha de término de la TRRC, número de días desde el ingreso a la UTI hasta el inicio de la TRRC, requerimiento de ventilación mecánica invasiva (VMI) y número de días con la misma, requerimiento y dosis de vasopresor al inicio de la TRRC, uso o no de diuréticos, diuresis en 24 horas al inicio y al término de la terapia, volumen acumulado al inicio de la sesión, y requerimiento previo de algún otro tipo de TRR.
- 3) *Desenlaces clínicos*: días de estancia en la UTI, requerimiento de TRR al salir de UTI, al egreso de la hospitalización y al año del evento, en caso de defunción, la causa principal de la misma.
- 4) *Estudios de laboratorio*:
 - Al iniciar la TRRC: hemoglobina, hematocrito, plaquetas, creatinina sérica, nitrógeno ureico sérico, sodio, potasio, dióxido de carbono, calcio y fosfato séricos, tiempos de coagulación, albúmina sérica, lactato y pH.
 - Electrolitos séricos a las 24, 48 y 72 horas de haber iniciado la terapia: potasio, calcio y fosfato.
 - Creatinina sérica: basal, al ingreso a la UTI, al suspender la TRRC, al egreso de la UTI, al egreso hospitalario, a los 90 días y al año del evento.
- 5) *Características generales de la TRRC*: indicación de iniciar TRRC, número de episodios y número de filtros por paciente, ultrafiltrado promedio por día (ml/h), tiempo total de TRRC y motivo de suspensión de la terapia.
- 6) *Métricas por episodio*: peso inicial, fecha y hora de inicio y de término de cada episodio, minutos totales de tratamiento, modalidad, dosis prescrita, dosis entregada, efluente meta, efluente real, tipo de filtro utilizado, número de filtros

utilizados por paciente, vida útil de cada uno de los filtros utilizados, motivo de retiro del filtro, flujo sanguíneo (Qb), flujo dializante (Qd), tipo de solución dializante, flujo de líquido de sustitución pre y post filtro, ultrafiltrado meta, ultrafiltrado logrado, downtime (tiempo y causa del mismo), número de interrupciones, complicaciones y los tipos, uso o no de anticoagulación, en caso de uso, el tipo de anticoagulación utilizada, y en caso de no, los motivos para no anticoagular.

Una vez recolectados y analizados estos datos, se calcularon y analizaron las MC de los pacientes que recibieron al menos una sesión de TRRC en el INCMNSZ en el periodo del 01 de enero de 2020 al 31 de diciembre de 2023, y se compararon con las metas recomendadas en guías internacionales.

Posteriormente, se realizó la comparación del grado de cumplimiento de metas en las MC vida del filtro y dosis entregada con los datos de los pacientes del periodo previo a la implementación del programa de mejora continua de la calidad en TRRC (del 01 de enero de 2016 al 31 de diciembre de 2019).

Por último, se comparó la vida útil del filtro en los pacientes que recibieron ARC (disponible en nuestro Instituto a partir de 2020), contra los pacientes que recibieron anticoagulación sistémica con HNF, y contra los pacientes que no recibieron anticoagulación. Este subanálisis se realizó solo en los pacientes que estuvieron más de 72 horas conectados a la terapia.

Tamaño de muestra

Se incluyeron todos los pacientes del INCMNSZ que recibieron al menos una sesión de TRRC en el periodo del 01 de enero de 2020 al 31 de diciembre de 2023.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS® statistics versión 25.0 (Chicago USA). Las variables categóricas se reportaron como frecuencias y proporciones, utilizando la prueba de Chi cuadrada para su comparación. Las variables continuas se analizaron con la prueba de Z de Kolmogorov-Smirnov para determinar su distribución. Las que tuvieron distribución normal se reportaron con medias y desviación estándar, y fueron posteriormente analizadas con prueba de T de student. Por otro lado, las que no tuvieron distribución paramétrica se reportaron con mediana y rango intercuartilar, y posteriormente analizadas con prueba de U de Mann Whitney para muestras no pareadas, y con prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas. Se consideró un valor de p estadísticamente significativo menor al 0.05.

8. RESULTADOS

En el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”, en el periodo post instauración del programa de mejora continua de la calidad en el programa de TRRC (1 de enero de 2020 al 31 de diciembre de 2023), se prescribieron estas terapias en 122 pacientes, de los cuales 21 (17.21%) fueron incluidos en un protocolo en el que se requería cambio de filtro cada 24 horas, 5 (4.09%) nunca recibieron la sesión prescrita, y 3 (2.45%) no contaban con las hojas de enfermería y de indicaciones médicas de la TRRC en el expediente físico, por lo que estos 29 pacientes (24%) fueron excluidos. Por lo tanto, la población estudiada fue de 93 (76%) pacientes, y en total se realizaron 412 sesiones de TRRC en dicho periodo de tiempo.

Características basales de la población

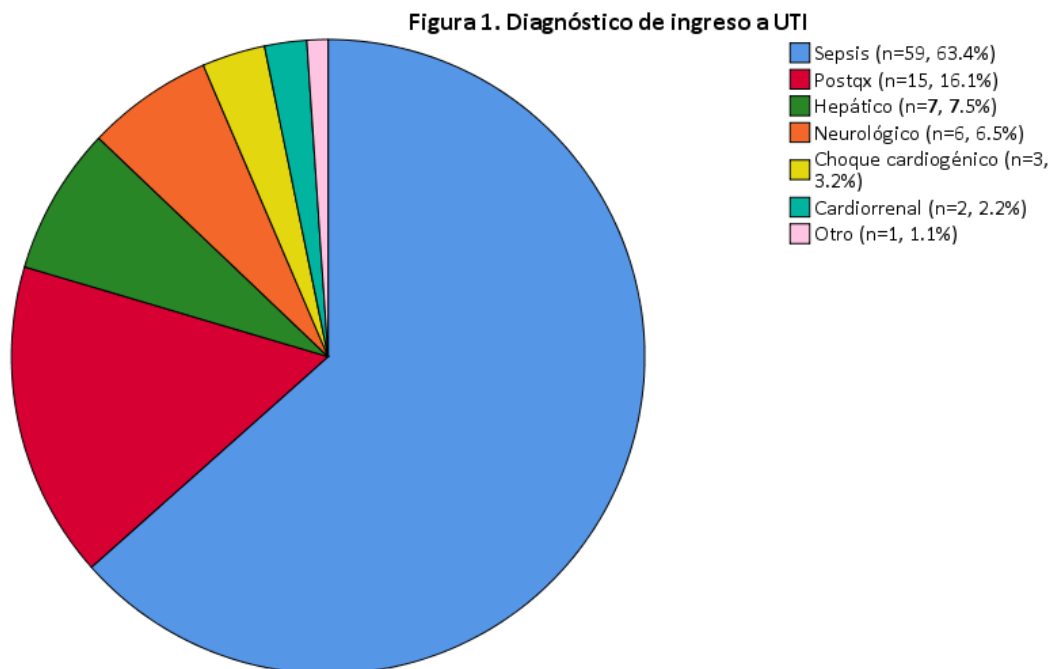
De los 93 pacientes, 59% fueron hombres, la mediana de edad fue de 57 (39 – 67) años. El 95% padecía alguna comorbilidad previa, la más frecuente fue ERC en el 27% de los casos, seguida de diabetes mellitus en el 19% y enfermedades autoinmunes en el 11% de los casos. El 22% de los pacientes tenían diagnóstico previo de ERC terminal y se encontraba en algún tipo de TRR previo a su hospitalización.

(Tabla 1)

Tabla 1. Características basales de los pacientes que recibieron TRRC post programa de mejora continua de la calidad.	
Variable	n = 93
Sexo	n (%)
• Hombres	55 (59%)
Edad (años)	57 (39 – 67)
Peso (kg)	70 (55 – 80)
Talla (m)	1.62 (1.56 – 1.7)
Índice de masa corporal	25.6 (21.5 – 29.6)
Comorbilidades	n (%)
• Renal	25 (26.9%)
• Diabetes mellitus	18 (19.4%)
• Otro	15 (16.1%)
• Autoinmune	10 (10.8%)
• Hemato oncológico	9 (9.7%)
• Gastrointestinal	8 (8.6%)
• Previo sano	5 (5.4%)
• Cardiovascular	3 (3.2%)

Características de los pacientes durante la estancia en la UTI y al inicio de la TRRC

El diagnóstico de ingreso a la UTI más frecuente fue sepsis (n=59, 63.4%), seguido de estado post quirúrgico (n=15, 16.1%). **(Figura 1)**



Post qx = postquirúrgico.

La mediana de días desde el ingreso a hospitalización hasta el inicio de la TRRC fue de 6 (2 – 15.5) días, con un mínimo de 0 días y un máximo de 76 días.

Por otro lado, la mediana de días desde el ingreso a la UTI hasta el inicio de la TRRC fue de 1 (0 – 5) día. El 50% de los pacientes había recibido alguna sesión de HDI previo al inicio de TRRC durante su hospitalización.

Al iniciar la TRRC el 94% de los pacientes tenían apoyo vasopresor, norepinefrina con una mediana de dosis de 0.3 (0.1 – 0.48) mcg/kg/min, el 97% se encontraba con VMI, y 57% tenía apoyo con diurético. La mediana de diuresis al inicio de la TRRC fue de 315 (117 – 781) ml/día en las 24 horas previas al inicio de la terapia. **(Tabla 2)**

Variable	n (%)
Uso de vasopresor	87 (93.5%)
Dosis de vasopresor (mcg/kg/min)	0.3 (0.1 – 0.48)
VMI	90 (96.8%)
Volumen acumulado (L)	5 (3 – 6.9)
Uso de diurético	53 (57%)
Diuresis al inicio de TRRC (ml/día)	315 (117 – 781)
HD convencional previa	47 (50.5%)

VMI = ventilación mecánica invasiva; HD = hemodiálisis

En la **tabla 3** se muestran los estudios de laboratorio iniciales más relevantes, previo al inicio de la TRRC.

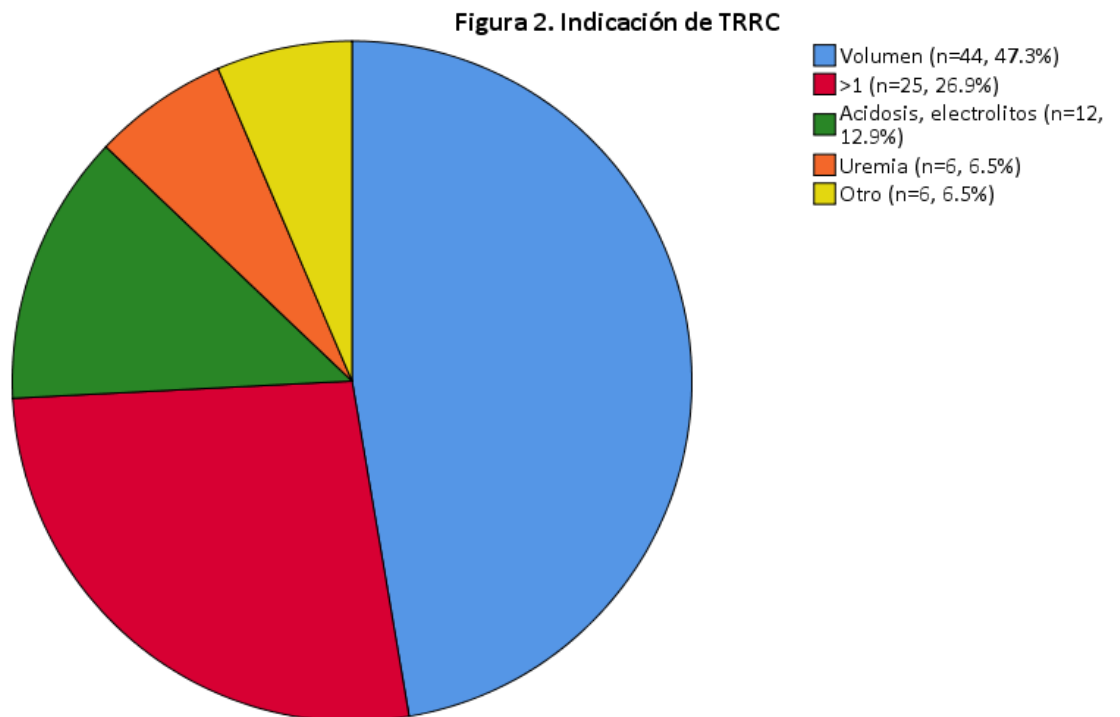
Variable	Mediana (rango intercuartilar) o promedio \pm DE
Hemoglobina (g/Dl)	8.9 (7.8 – 10.85)
Hematocrito (%)	26.3 (22.95 – 32.6)
Plaquetas ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	135 (49 – 212)
Creatinina sérica (mg/Dl)	3.74 (2.43 – 5.46)
Nitrógeno ureico en sangre (mg/dl)	63.7 (40.65 – 101.75)
Sodio sérico (mmol/L)	134.99 \pm 6.84
Potasio sérico (mmol/L)	4.53 \pm 0.89
CO ₂ sérico (mmol/L)	21.03 \pm 5.52
Calcio sérico (mg/Dl)	7.83 \pm 1.11
Fosfato sérico (mg/Dl)	6.38 \pm 2.57

Albúmina sérica (g/Dl)	2.5 ± 0.52
INR	1.3 (1.1 – 1.5)
TTP (s)	40.8 (32.2 – 55.9)
Lactato (mmol/L)	2.1 (1.3 – 4.3)
Ph	7.33 ± 0.09

CO₂ = dióxido de carbono; INR = international normalized ratio; TTP = tiempo de tromboplastina parcial

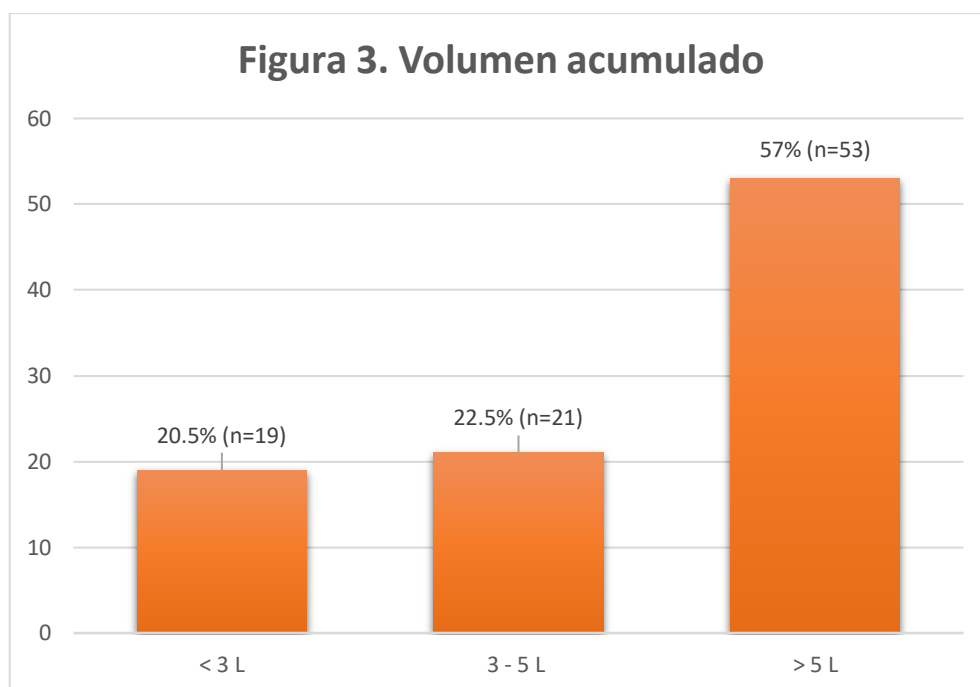
Indicación de TRRC

La indicación más frecuente para inicio de TRRC fue la sobrecarga de volumen (n=44, 47.3%), seguido de los pacientes con más de una 1 indicación para iniciar la terapia (n=25, 26.9%). **(Figura 2)**



La mediana del volumen acumulado de los pacientes al inicio de la TRRC fue de 5 (3 – 6.9) litros, 53 de ellos (57%) con uso previo de diuréticos. De los 93 pacientes,

el 20.5% tenía sobrecarga de volumen menor a 3 litros, el 22.5% de 3 a 5 litros, y el 57% más de 5 litros. **(Figura 3)**



Características de la prescripción de TRRC

En total se realizaron 412 sesiones de TRRC, la mediana de sesiones por paciente fue de 4 (2 – 6), con un mínimo de 1, y un máximo de 13. La duración de las sesiones tuvo una mediana de 24 (11 – 24) horas, con duración mínima de 1 hora, y máximo 24 horas (como previamente se había definido). La mediana de tiempo total en TRRC fue de 68 (25 – 114.75) horas.

La mediana de filtros utilizados por paciente fue de 1 por periodo de 24 horas (1 – 4), la mediana de hematocrito fue de 25.6% (22.4 – 30.8%), y la mediana del factor de dilución de 0.9 (0.8 – 1). **(Tabla 4)**

Variable	Mediana (rango intercuartilar)
Sesiones por paciente	4 (2 – 6)
Duración de sesiones (h)	24 (11 – 24)
Tiempo total en TRRC (h)	68 (25 – 114.75)
Filtros por paciente	1 (1 – 4)
Hematocrito (%)	25.65 (22.42 – 30.85)
Factor de dilución	0.9 (0.8 – 1)

Dosis

Según las últimas recomendaciones de las guías KDIGO de TRRC, se recomienda prescribir una dosis de 20 – 25 ml/kg/h, por su asociación a mejores desenlaces, y ausencia de mayor beneficio con dosis mayores⁷.

De las 412 sesiones de TRRC realizadas, en 4 no se prescribió dosis de diálisis o hemodiafiltración, solo se indicó ultrafiltración continua lenta (SCUF por sus siglas en inglés), por lo tanto estas 4 sesiones fueron excluidas del análisis de dosis.

Para fines de este estudio se clasificaron las sesiones de acuerdo a la dosis entregada en tres distintos grupos según las recomendaciones de KDIGO. En el 78.4% (n = 320) de las sesiones se entregó una dosis mayor a la dosis mínima establecida, en el 48.5% (n = 198) se entregó una dosis mayor a lo recomendado. En el 21.6% (n = 88) de las sesiones no se alcanzó la dosis mínima recomendada. **(Tabla 5)**

Dosis	<20 ml/kg/h	20 – 25 ml/kg/h	>25 ml/kg/h
Sesiones, n (%)	88/408 (21.56%)	122/408 (29.9%)	198/408 (48.52%)

Modalidad de TRRC

La modalidad más frecuentemente prescrita fue hemodiafiltración veno-venosa continua (CVVHDF por sus siglas en inglés), en el 87.4% (n= 360) de las sesiones. El filtro más utilizado fue ST150 en 311 (75.5%) de las sesiones. Este filtro es producido por BAXTER y tiene las siguientes características: peso de 905 g, dimensiones de 27x22x9 cm, 189 ml de volumen sanguíneo en el set ($\pm 10\%$), y requiere un peso mínimo del paciente de 30 kg. Está hecho de una fibra hueca de copolímero de acrilonitrilo y metalil sulfonato de sodio y un agente de tratamiento de superficie (polieilenimina). La carcasa y cabezales están hechos de policarbonato, el encapsulado del filtro de poliuretano, los tubos de PVC, el cartucho de PETG, y se esterilizan con óxido de etileno.

La mediana del flujo sanguíneo (Qb) fue de 150 (100 – 150) ml/min, el flujo dializante (solamente indicado en 361 sesiones) tuvo una mediana de 1000 (550 – 1700) ml/h, el líquido de sustitución prefiltro (indicado solamente en 229 sesiones) tuvo una mediana de 1000 (750 – 1200) ml/h, el líquido de sustitución postfiltro (indicado en 404 sesiones) tuvo una mediana de 200 (200 – 200) ml/h. El líquido de sustitución o dializante más frecuentemente utilizado fue Prismasate (BAXTER, EUA) K 4 Ca 2, y se indicó algún método de anticoagulación en 212 (51.5%) de las sesiones. **(Tabla 6)**

Tabla 6. Características de la prescripción de TRRC	
Parámetro	n (%)
Modalidad	
• CVVHDF	360 (87.4%)
• CVVH	47 (11.4%)
• SCUF	4 (1%)
• CVVHD	1 (0.2%)
Tipo de filtro	
• ST100	64 (15.5%)

• ST150	311 (75.5%)
• Oxiris	37 (9%)
Qb (ml/min)	150 (100 – 150)
Qd (ml/h)	1000 (550 – 1700), n = 361
Sustitución prefiltro (ml/h)	1000 (750 – 1200), n = 229
Sustitución postfiltro (ml/h)	200 (200 – 200), n = 404
Líquido dializante o de sustitución	
• Priskasate K 0	3 (0.7%)
• Priskasate K 4 Ca 2	267 (64.8%)
• Priskasate K 4 Ca 0	96 (23.3%)
Anticoagulación (%)	212 (51.5%)

CVVHDF = hemodiafiltración veno – venosa continua; CVVH = hemofiltración veno – venosa continua; SCUF = ultrafiltración continua lenta; CVVHD = hemodiálisis veno – venosa continua; ST100 = filtro producido por BAXTER, 830 g, 27 x 22 x 9 cm, 152 ml de sangre en el set; ST150 = 905 g, 27x22x9 cm, 189 ml de volumen de sangre en el set; Oxiris = filtro producido por BAXTER, con una membrana de 3 capas: capa interna cubierta de heparina, capa de polietilimina, y una membrana AN69, un copolímero de acrilonitrilo y metalilfulfonato de sodio; Qb = flujo sanguíneo; Qd = flujo dializante

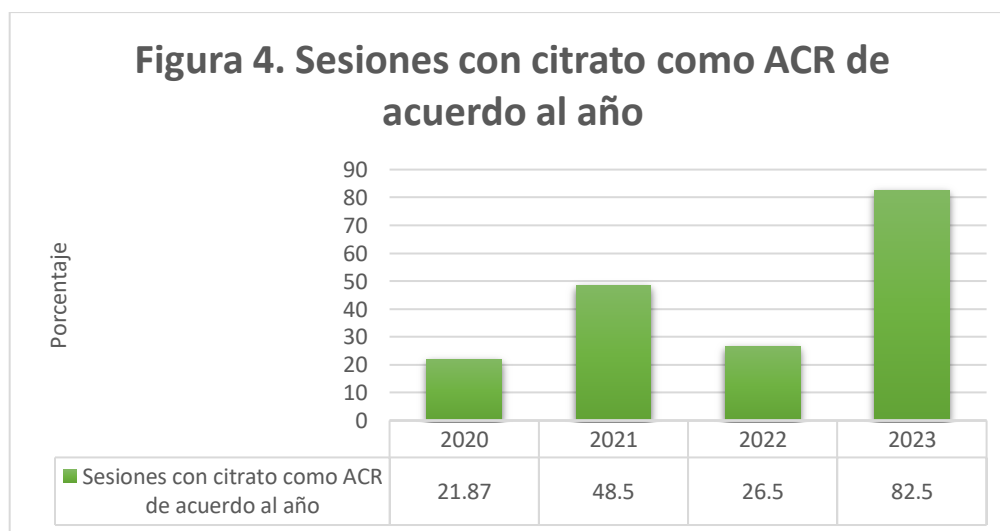
Anticoagulación

De las 412 sesiones realizadas, en 212 (51.5%) se indicó anticoagulación como parte del tratamiento de TRRC, siendo el citrato regional la estrategia de anticoagulación más frecuente, en el 89% (n = 188) de los casos. Se utilizó HNF en el 11% (n = 24) restante.

El motivo más frecuente para no utilizar anticoagulación fue la presencia de coagulopatía en el 63% (n = 126), seguida de sangrado en el 19.5% (n = 39). (**Tabla 7)**

Tabla 7. Anticoagulación en las sesiones de TRRC	
Variable	n = 412
Anticoagulación	
• Si	212 (51.5%)
• No	200 (48.5%)
Tipo de anticoagulación	
• Citrato regional	188 (88.7%)
• Heparina no fraccionada	24 (11.3%)
Motivo para no anticoagular	
• Coagulopatía	126 (63%)
• Sangrado	39 (19.5%)
• Postquirúrgico	6 (3%)
• Se desconoce	29 (14.5%)

Respecto al porcentaje de sesiones en las que se utilizó citrato como anticoagulación regional de acuerdo al año, en 2020 se utilizó citrato en el 21.87% de las sesiones otorgadas (n = 14/64), en el 2021 fue en el 48.5% (n = 32/66), en el 2022 este porcentaje disminuyó al 26.5% (n = 43 / 162), y en el 2023 aumentó al 82.5% (n = 99/120). **(Figura 4)**



Métricas de calidad

Para el análisis de la dosis, efluente y downtime, de las 412 sesiones realizadas, se eliminaron las 4 en las que solo se realizó SCUF, por lo que solo se analizaron 408 sesiones.

Por otro lado, solo en 374 (91%) sesiones se indicó ultrafiltrado.

Tabla 8. Métricas de calidad	
Variable	n = 408
Dosis prescrita (ml/kg/h)	26 (24 – 30)
Dosis entregada (ml/kg/h)	24.77 (20.82 – 28.46)
Relación dosis entregada/prescrita (%)	95.78 (88.45 – 103.05)
Efluente meta (ml/sesión)	32400 (18720 – 45353)
Efluente real (ml/sesión)	29928 (17688 – 43024)
Ultrafiltrado prescrito (ml/h)	120 (100 – 150), n = 374
Ultrafiltrado alcanzado (ml/h)	100 (60 – 142), n = 374
Relación ultrafiltrado alcanzado/prescrito (%)	89 (62.5 – 100)
Tiempo fuera de máquina “Downtime” (min)	29.84 (-18.99 – 124.97)
% Downtime	3.97 (-3.05 – 11.22)
Vida útil del filtro (h)	67.4 (39.8 – 88.2)

La dosis prescrita fue significativamente mayor que la entregada 26 (24 – 30) vs 24.77 (20.82 – 28.46) ml/kg/h ($p < 0.001$), aunque la mediana del porcentaje de la relación dosis entregada/prescrita fue de 95.78% (88.45 – 103.05%). El efluente meta fue significativamente mayor que el efluente logrado, 32400 (18720 – 45353) vs 29928 (17688 – 43024) ml/sesión, ($p < 0.001$). En las 374 sesiones en las que se prescribió ultrafiltrado, éste fue significativamente mayor que el ultrafiltrado alcanzado, 120 (100

– 150) vs 100 (60 – 142) ml/h, ($p < 0.001$), pero la mediana del porcentaje de la relación ultrafiltrado alcanzado/prescrito fue de 89% (62.5 – 100%). **(Tablas 8 y 9)**

Tabla 9. Comparación entre parámetros prescritos y entregados				
Parámetro	n	Valor prescrito	Valor alcanzado	p*
Dosis (ml/kg/h)	408	26 (24 – 30)	24.77 (20.82 – 28.46)	0.000
Efluente (ml/sesión)	408	32400 (18720 – 45353)	29928 (17688 – 43024)	0.000
Ultrafiltrado (ml/h)	374	120 (100 – 150)	100 (60 – 142)	0.000

*Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas.

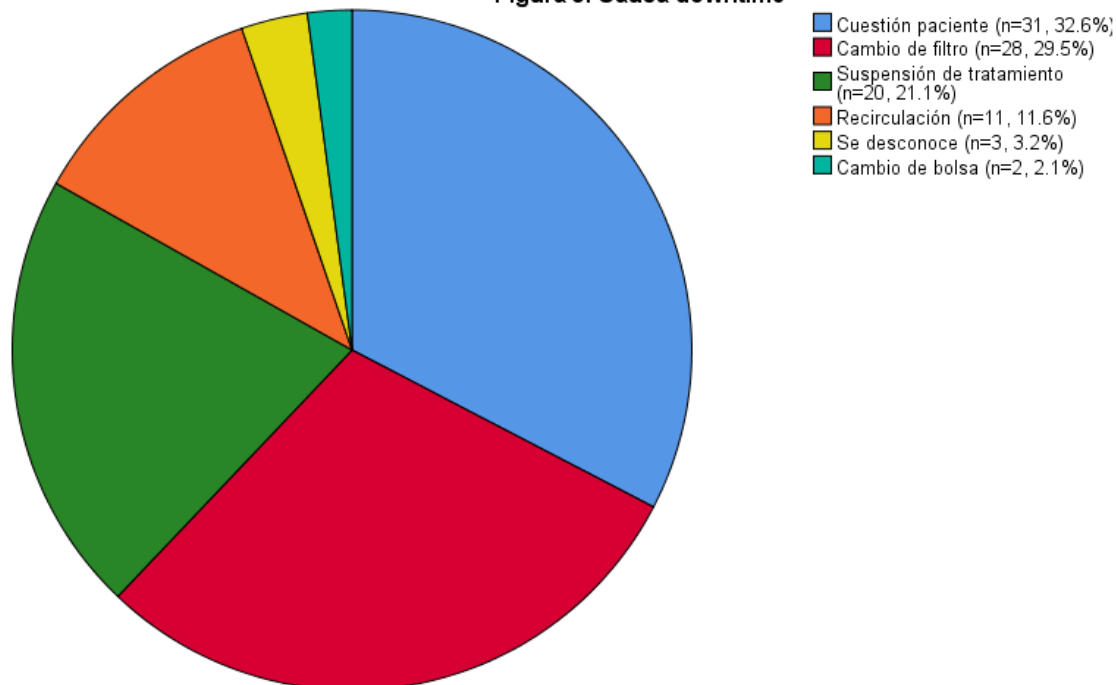
Tiempo fuera de máquina o “downtime”

El tiempo fuera de máquina (“downtime”) tuvo una mediana de 0.51 (-0.28 – 2.08) horas en un tratamiento de 24 horas, lo cual representó una mediana de porcentaje de downtime de 3.97% (-3.05 – 11.22%). **(Tabla 8)**

En 89 de las 412 sesiones (12.6%) se reportó alguna interrupción, con una mediana de 1 (1 – 1) interrupciones por sesión.

Solo se reportó una causa de downtime en 95 sesiones (23%), siendo la causa más frecuente “cuestiones asociadas al paciente” (definido como desconexión del circuito por la realización de estudios de imagen o procedimientos quirúrgicos) en 31 sesiones (32.6%). **(Figura 5)**

Figura 5. Causa downtime

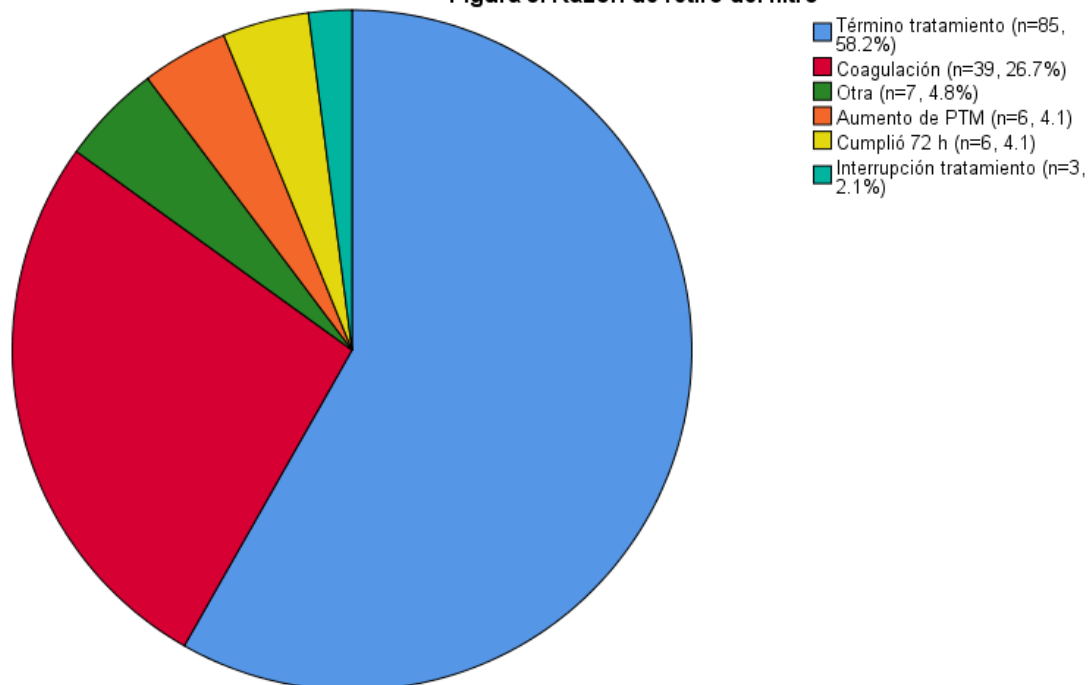


Filtros

La mediana del número de filtros por paciente fue de 1 (1 – 4) filtro. Con las 412 sesiones realizadas en 93 pacientes en total, se utilizaron 146 filtros, cuya vida útil tuvo una mediana de 46.2 (24 – 72) horas.

Los cambios planeados del filtro (definidos como duración mayor a 72 h, o por algún motivo relacionado con el paciente, o término del tratamiento), fueron del 69.2% (n = 101), mientras que los cambios no planeados (definidos como cambio por coagulación del circuito y/o del filtro, o por aumento de la presión transmembrana) fueron el 30.8% (n = 45). La principal causa de retiro del filtro fue el término del tratamiento (n = 85, 58.2%). **(Figura 6)**

Figura 6. Razón de retiro del filtro



PTM = presión transmembrana

Como se mencionó previamente, dado que un porcentaje importante de pacientes permanecieron conectados menos de 72 horas a la terapia (54%, n = 50/93), estos fueron excluidos para el subanálisis de la vida útil de los filtros.

Por lo tanto, fueron 43 pacientes (46%) los que permanecieron más de 72 horas conectados, con los que se utilizaron 86 (59%) filtros, cuya mediana de vida útil fue de 67.4 (39.8 – 88.2) horas. **(Tabla 8)**

De los 86 filtros analizados, solo en 42 (49%) se utilizó algún tipo de anticoagulación. La mediana de la vida útil de los filtros con algún tipo de anticoagulación fue de 70 (41.3 – 93.7) horas, mientras que la mediana de vida útil de los 44 (51%) filtros sin ningún tipo de anticoagulación fue de 61.5 (39.2 – 80.8) horas, sin embargo, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre la vida útil de los filtros de ambos grupos ($p = 0.201$). **(Tabla 10)**

Tabla 10. Vida útil de los filtros de acuerdo a anticoagulación		
Vida útil de filtros con anticoagulación (h)	Vida útil de filtros sin anticoagulación (h)	p
70 (41.3 – 93.7), n=42	61.5 (39.2 – 80.8), n=44	0.201*

*U de Mann-Whitney

Complicaciones

Se reportaron complicaciones en 133 (32.28%) de las sesiones, siendo la hipotensión (la cual se definió como cualquier aumento del requerimiento de vasopresor durante la terapia) la más frecuente en 130 sesiones (97.7%), y sangrado en 3 sesiones (2.3%). No se reportaron eventos de disfunción del catéter, ni de infecciones asociadas al mismo.

Comportamiento de electrolitos durante la TRRC

En la **Tabla 11** se muestra el promedio y desviación estándar de las cifras de potasio, fosfato y calcio en suero, al iniciar la TRRC, a las 24, 48 y 72 horas de haber iniciado la terapia. A diferencia de lo descrito en literatura previa, no se consideró ningún desequilibrio hidroelectrolítico o ácido – base como complicación de la terapia.

Tabla 11. Concentraciones de potasio, fosfato y calcio séricos posterior a iniciar TRRC				
Electrolito	Basal n = 93	24 h	48 h	72 h
Potasio (mEq/L)	4.53 ± 0.89	4.22 ± 0.64, n = 80	4.22 ± 0.62, n = 74	4.14 ± 0.72, n = 65
Fosfato (mg/dl)	6.38 ± 2.57	4.34 ± 1.64, n = 78	3.58 ± 1.32, n = 72	3.29 ± 1.38, n = 65

Calcio (mg/dl)	7.83 ± 1.11	8.7 ± 1.71, n = 70	8.54 ± 1.78, n = 66	8.62 ± 1.31, n = 63
-------------------	-------------	-----------------------	------------------------	------------------------

Metas alcanzadas en métricas de calidad después de la implementación del programa de mejora continua

De acuerdo con las métricas y estándares de calidad propuestos por la ADQI, se analizaron el número y proporción de metas que se cumplieron.

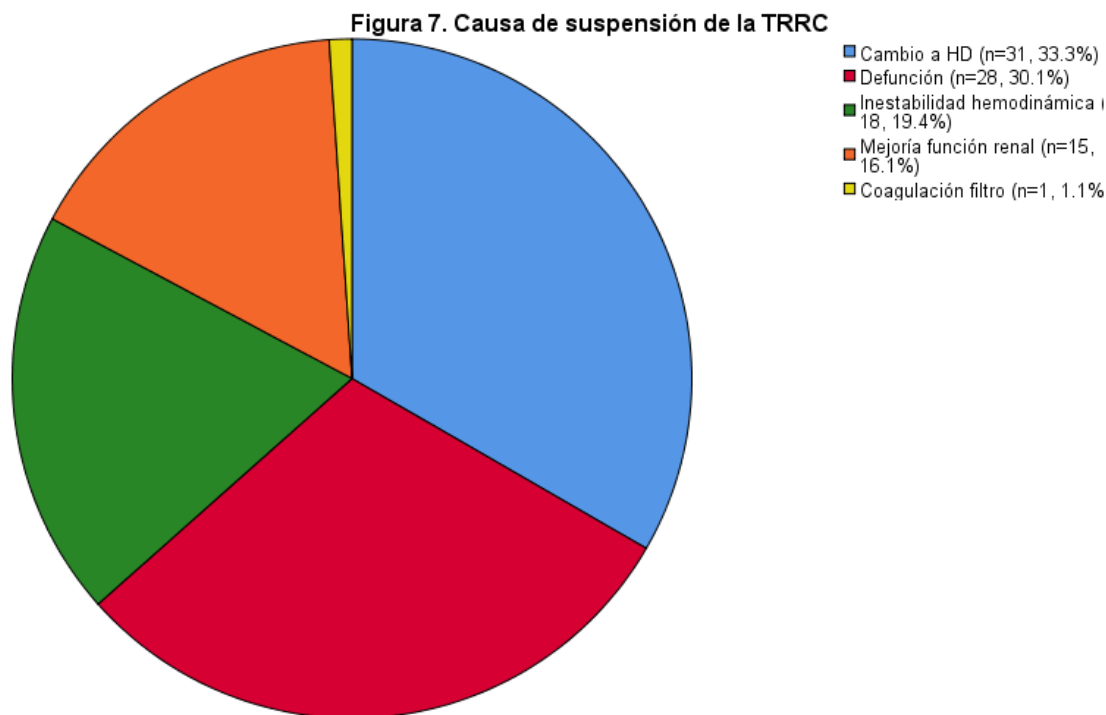
Respecto a la vida útil del filtro, de los 86 filtros utilizados en los 43 pacientes que recibieron más de 72 horas de terapia, 48 (55.8%) lograron una vida útil mayor a 60 horas. Respecto a la relación entre dosis entregada/dosis prescrita, en 359/408 (87.99%) se logró un porcentaje mayor al 80%. Sobre la relación entre el ultrafiltrado logrado/ultrafiltrado prescrito, se alcanzó un porcentaje mayor al 80% en 211/374 (56.41%) de las sesiones en las que se indicó ultrafiltrado. En 289/412 (70.14%) se logró un downtime menor al 10%. Por último, en 133/412 (32.28%) se reportó alguna complicación relacionada a la terapia. **(Tabla 12)**

Tabla 12. Metas alcanzadas en MC post programa de mejora continua de la calidad en TRRC		
Métrica	Meta	Metas alcanzadas, n (%)
Vida útil del filtro >60 h	>60% de los filtros	48/86 (55.8%)
Dosis entregada / dosis prescrita	>80%	359/408 (87.99%)
UF logrado / prescrito	>80%	211/374 (56.41%)
Downtime	<10% del tiempo	289/412 (70.14%)
Eventos adversos	0 eventos	133/412 (32.28%)

UF = ultrafiltrado

Suspensión de la TRRC

La causa más frecuente de suspensión de la TRRC de forma definitiva fue mejoría del estado hemodinámico y cambio a otra modalidad de TRR: HDI o PIRRT (prolongued intermittent renal replacement treatment por sus siglas en inglés), en 31 (33.3%) pacientes, seguida de defunción en 28 (30.1%) pacientes. **(Figura 7)**



HD = hemodiálisis intermiente

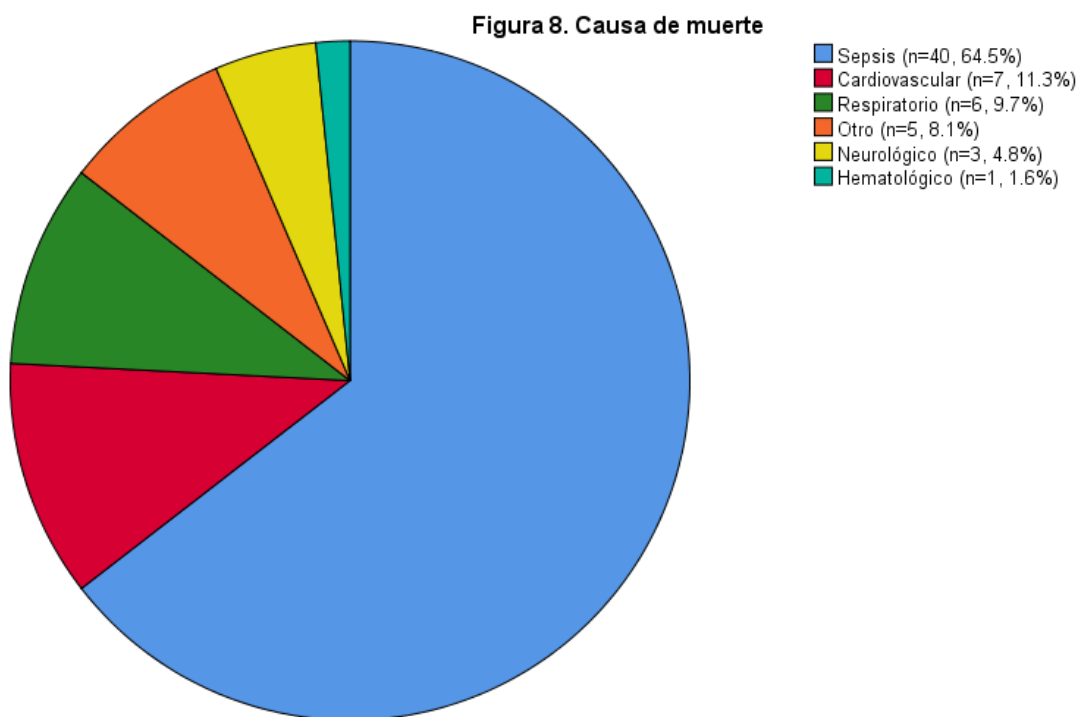
Desenlaces

De los 93 pacientes, el desenlace fue fallecimiento en 62 (66.7%) de los casos, siendo la causa más frecuente sepsis en 40 (64.5%) pacientes. La mediana de días de estancia en la UTI fue de 11 (6 – 19.5) días. La mediana de días en VMI fue de 8.5 (3.7 – 13) días. Al suspender la TRRC la diuresis tuvo una mediana de 50 (0 – 758) ml/h en las siguientes 24 horas. Respecto al requerimiento de TRR posterior al evento crítico, 19/31 (61.3%) pacientes eran dependientes de dicha terapia al salir de la UTI,

16/31 (51.6%) a su egreso de hospitalización, y 8/21 (38.1%) al cumplir el año. (Tabla 13 y Figura 8)

Tabla 13. Desenlaces al término de la TRRC	
Variable	n (%)
Defunción, n (%)	62/93 (66.7%)
Días de estancia en UTI	11 (6 – 19.5)
Días de VMI	8.5 (3.7 – 13)
Diuresis al término de la TRRC (ml/24 h)	50 (0 – 758)
TRR al salir de UTI	19/31 (61.3%)
TRR al egreso de hospitalización	16/31 (51.6%)
TRR al año	8/21 (38.1%)

UTI = unidad de terapia intensiva; VMI = ventilación mecánica invasiva; TRRC = terapia de reemplazo renal continuo; TRR = terapia de reemplazo renal



Comparación de métricas de calidad en los dos periodos analizados

Al comparar los dos periodos de tratamiento (previo y posterior a la implementación del programa de mejora continua en la calidad de TRRC) se encontraron los siguientes resultados. Respecto a la primer MC analizada, en el primer periodo de 2016 a 2019 y antes del empleo de ARC solo el 15.9% (n=20/126) de los filtros utilizados tuvieron una vida útil mayor a 60 horas, en comparación con el 55.8% (n = 48/86) de los filtros que tuvieron una vida útil mayor a 60 horas en el periodo analizado en esta tesis, de 2020 a 2023 y con empleo extendido de ARC, con una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos (p <0.001).

Sobre la relación entre dosis entregada/prescrita, dicha relación fue mayor al 80% en el 65.3% (n=143/219) de las sesiones en el periodo pre ARC, en comparación con el 88% (n=359/408) de las sesiones del 2° periodo analizado. La diferencia de esta meta entre estos dos periodos de tiempo fue estadísticamente significativa (p <0.001).

Respecto a la relación entre ultrafiltrado logrado/prescrito, ésta fue mayor al 80% en el 68.5% (n=133/194) de las sesiones en las que se prescribió ultrafiltrado en el periodo pre ARC, en comparación con el 61.2% (n=229/374) de las sesiones en las que se prescribió ultrafiltrado en el periodo post ARC. No hubo diferencia estadísticamente significativa entre estos dos grupos (p = 0.081).

En cuanto al downtime en cada sesión, éste fue menor al 10% del tiempo total de tratamiento en el 64.4% (n=141/219) de las sesiones del 1° periodo, en comparación con el 70% (n=289/412) de las sesiones del 2° periodo analizado. La diferencia entre ambos grupos no fue estadísticamente significativa (p = 0.150).

Por último, el porcentaje de sesiones en las que se reportó alguna complicación fue del 7.3% (n = 16/219) en el 1° periodo (2016 – 2019), en comparación con el 32.28% (n = 133/412) en el 2° periodo analizado (2020 – 2023). La diferencia entre la tasa de complicaciones si tuvo significancia estadística (p <0.001). **(Tabla 14)**

Tabla 14. Comparación de metas alcanzadas en métricas de calidad de TRRC en los dos periodos analizados				
Métrica	Meta	Pre programa de mejora continua de la calidad (2016 – 2019)	Post programa de mejora continua de la calidad (2020 – 2023)	p
Vida útil del filtro >60 h	>60% de los filtros	20/126 (15.87%)	48/86 (55.8%)	0.000*
Dosis entregada / dosis prescrita	>80%	143/219 (65.29%)	359/408 (87.99%)	0.000*
UF logrado / prescrito	>80%	133/194 (68.55%)	229/374 (61.22%)	0.081*
Downtime	<10% del tiempo	141/219 (64.38%)	289/412 (70.14%)	0.150*
Eventos adversos	0 eventos	16/219 (7.3%)	133/412 (32.28%)	0.000*

*Chi cuadrada de Pearson

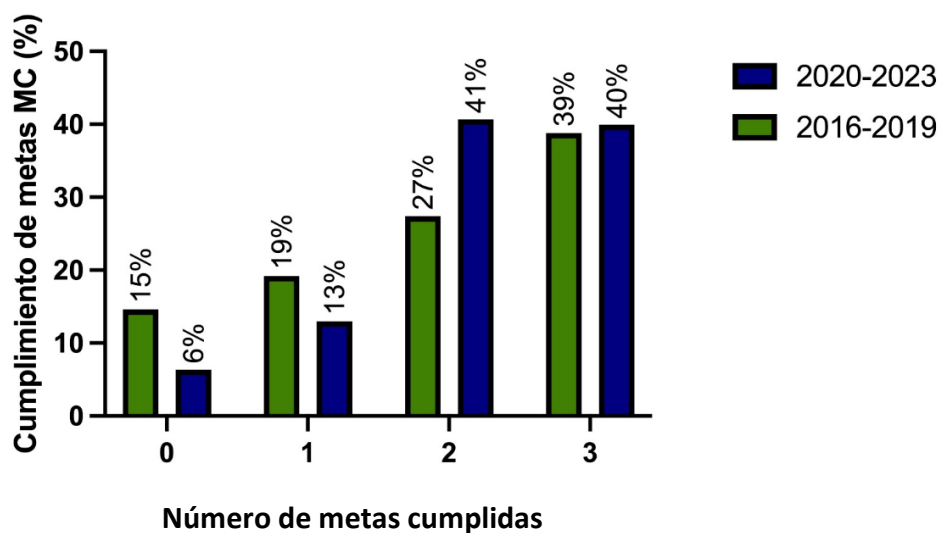
Tabla 15. Características de anticoagulación, dosis entregada y vida del filtro en ambos periodos analizados		
	Pre programa de mejora continua de la calidad (2016 – 2019)	Post programa de mejora continua de la calidad (2020 – 2023)
Variable	n (%)	n (%)
Anticoagulación	21.5%	51.5%
• Uso de citrato	0%	88.7%
Dosis entregada (ml/kg/h)	23.74 (20.56-27.25)	24.77 (20.82 – 28.46)

Relación dosis entregada / prescrita (%)	84 (76-89)	95.78 (88.45 – 103.05)
Vida útil del filtro (h)	23 (10.83-47)	67.4 (39.8 – 88.2)
Filtros por paciente	2 (1-3)	1 (1 – 4)

Para el análisis del número de metas alcanzadas en cada sesión de TRRC en los dos periodos de tiempo analizados, se consideraron la relación dosis entregada / dosis prescrita, ultrafiltrado logrado / ultrafiltrado prescrito, y el tiempo de downtime.

En el primer periodo de 2016 a 2019 el 15% de las sesiones no alcanzaron ninguna meta en las MC analizadas, esta cifra disminuyó al 6% en el segundo periodo de 2020 a 2023 (posterior a la implementación del programa). Así mismo, en el primer periodo, el 19% de las sesiones alcanzaron una sola meta de MC, en comparación con el 13% en el segundo periodo. Igualmente, en el primer periodo, el 27% de las sesiones alcanzaron a cumplir dos metas de MC, cifra que en el segundo periodo aumentó al 41% de las sesiones. Por último, en el primer periodo el 39% de las sesiones lograron cumplir tres metas de MC, similar al 40% en el segundo periodo. **(Figura 9)**

Figura 9. Comparación de metas cumplidas en MC



Comparación vida útil de filtros con, y sin anticoagulación

Por último, se realizó el cálculo de la vida útil de los filtros utilizados en ambos periodos (pre y post ARC), se clasificaron de acuerdo a si recibieron o no anticoagulación, y a su vez, si fue con HNF sistémica, o con citrato regional, y posteriormente se realizó la comparación entre los grupos. De la misma manera en que se hizo en el análisis previo sobre vida útil de los filtros, solo se tomaron en cuenta para el análisis a los pacientes que se mantuvieran conectados a la terapia por más de 72 horas.

La vida útil de los filtros en los que se utilizó infusión sistémica de HNF tuvo una mediana de 36.7 (24.6 – 51) horas, la vida útil de los filtros en los que se utilizó ARC tuvo una mediana de 72 (39.25 – 95) horas, y la vida útil de los filtros en los que por alguna razón no se utilizó ninguna estrategia de anticoagulación, tuvo una mediana de 47 (26 – 72) horas, siendo la diferencia entre los tres grupos estadísticamente significativa ($p < 0.001$). **(Tabla 16)**

Tabla 16. Comparación de la vida útil del filtro con, y sin anticoagulación			
Vida útil de filtros con HNF (h)	Vida útil de filtros con citrato regional (h)	Vida útil de filtros sin anticoagulación (h)	p
36.7 (24.6 – 51)	72 (39.25 – 95)	47 (26 – 72)	0.000*

*Prueba de Kruskal – Wallis para muestras independientes / HNF = heparina no fraccionada

9. DISCUSIÓN

El presente estudio fue realizado en un Instituto de tercer nivel de atención de la salud de la Ciudad de México, en el que se realizó una comparación de MC posterior a la implementación de un programa de mejora continua de la calidad de la TRRC.

Demostramos que la implementación de un programa de mejora continua de la calidad en los tratamientos de TRRC, que consistió en introducir la ARC y una prescripción estandarizada para los tratamientos que se otorgan sin anticoagulación, es factible y exitoso en cuanto a mejoría de indicadores de calidad. Con estas maniobras se logró aumentar en 40% el porcentaje de filtros con una vida útil mayor a 60 horas, y en un 23% el porcentaje de tratamientos con una relación dosis entregada/dosis prescrita mayor al 80%. De igual forma se observó que el downtime disminuyó con este programa.

Nuestros resultados son de gran relevancia, ya que está demostrado que los beneficios de la TRRC dependen de que se cumplan los objetivos prescritos en dosis y ultrafiltrado. Además, dado que es una terapia de baja eficiencia, el resultado objetivo de sustitución de función renal depende en gran medida del tiempo en el que el paciente esté conectado a la máquina recibiendo la terapia, por lo tanto de que el porcentaje de “downtime” se disminuya al mínimo posible. Por otro lado, como toda maniobra terapéutica resulta relevante disminuir al mínimo posible el número de complicaciones asociadas a la terapia misma. Finalmente, dado el costo que implica para el sistema de salud este tipo de tratamientos, el prolongar al máximo posible la vida útil de los filtros utilizados reduce costos, preservando al mismo tiempo su eficiencia, debe ser uno de los principales objetivos de todo programa de mejora continua de la calidad para TRRC.

En nuestro Instituto, a partir de la implementación del programa de mejora continua de la calidad en TRRC, el uso de ARC ha aumentado progresivamente a lo largo del tiempo, excepto en el año 2022, lo que probablemente se explique por desabasto de citrato en dicho periodo de tiempo relacionado con una sobredemanda por la pandemia de COVID-19. Sin embargo, en el último año de nuestro análisis (2023), se utilizó ARC en el 82.5% de las sesiones, lo que es mucho mayor que lo reportado en la literatura.

Probablemente esto explique el porcentaje de filtros que cumplieron la meta de vida útil mayor a 60 horas, el cual aumentó 3.5 veces más posterior a implementar el

programa de mejora continua. Aunque aún no se logra la meta recomendada en guías internacionales¹⁹ de lograr que más del 60% de los filtros tengan una vida útil mayor a 60 horas, hubo una mejoría bastante relevante, y el cumplimiento (55.8%) es cercano a la meta.

Por otro lado, de todo el periodo analizado, en el 49% de las sesiones no se utilizó ningún tipo de anticoagulación, siendo menor este porcentaje comparado con algunos reportes, en los que hasta en el 70% de las sesiones no se utiliza ninguna estrategia de anticoagulación²¹. A pesar de esto, en el segundo periodo correspondiente a este trabajo (2020 a 2023) la vida útil de los filtros en los que no se utilizó anticoagulación, fue mayor a la informada en la literatura, la cual es de 26 horas en promedio²³. Esto puede ser explicado por la implementación del protocolo de nuestro programa, en el que en la modalidad CVVHDF solo el 10% de la dosis calculada se prescribe como flujo de líquido de sustitución postfiltro, disminuyendo la convección y aumentando la difusión, con el objetivo de disminuir el riesgo de coagulación del circuito y/o filtro, la fracción de filtración y la presión transmembrana.

Otra meta que mejoró con el programa fue la proporción de dosis prescrita / dosis entregada mayor al 80%, la cual mejoró en un 30% en el periodo 2. Esta meta es similar a lo reportado en otros centros, en los que se ha descrito un valor del 88% de las sesiones que logran dicha meta, en promedio²³.

La hipótesis de este estudio fue que el grado de cumplimiento de metas en MC vida del filtro y dosis entregada será al menos un 20% mayor que lo alcanzando en el periodo previo a la implementación del programa de mejora continua de la calidad, la cual se cumplió. Esto demuestra que, posterior a la implementación de dicho programa, se logró una mejoría importante en las dos MC que dependen directamente de la prescripción y entrega de la terapia.

Respecto a la meta de “downtime” menor al 10%, ésta aumentó en un 10% posterior a la implementación del programa, aunque no hubo diferencia estadísticamente significativa entre ambos periodos de tiempo ($p = 0.150$). Esta

métrica representa un área de oportunidad, pues la causa más frecuente de interrupción del tratamiento fue la “asociada al paciente”, lo cual fue definido como cualquier desconexión del circuito para la realización de estudios de imagen o procedimientos quirúrgicos que requieran la movilización del paciente de su cama en la UTI. Consideramos que al mejorar la comunicación con los servicios tratantes u otros interconsultantes, se pueden planear las desconexiones del circuito para coordinar los distintos procedimientos y/o estudios que los pacientes requieran, con el objetivo de disminuir al máximo posible el tiempo de “downtime”.

Las dos MC que no cumplieron las metas, y que incluso disminuyeron en comparación con el periodo previo a la implementación del programa, fueron la relación ultrafiltrado logrado / ultrafiltrado prescrito, y el número de complicaciones. Es importante destacar que estas dos métricas no dependen directamente de la prescripción y/o realización de la TRRC.

El ultrafiltrado prescrito frecuentemente no se logra por inestabilidad hemodinámica grave. Por otro lado, en nuestro estudio se reportó alguna complicación en el 32% de las sesiones, siendo la hipotensión la más frecuente en el 98% de los casos, y sangrado en el 2% (3 sesiones). Como se mencionó previamente, un problema frecuente al reportar MC en TRRC, es la ausencia de consenso en algunas definiciones. En nuestro estudio se consideró como complicación cualquier episodio de hipotensión que ocasionara el inicio o aumento en la dosis de vasopresor, sin importar otras posibles causas que pudieron haber contribuido o explicado estos episodios de hipotensión. Por otro lado, se reportaron 3 episodios de sangrado del sitio de salida del catéter, ninguno de ellos grave, no se reportó que esto ocasionara eventos de inestabilidad hemodinámica, disminución en la cifra de Hb, o requerimiento de transfusión sanguínea, las cuales se han utilizado como definiciones de sangrado ocasionado por la TRRC en algunos estudios previos¹¹. Como área de oportunidad, sería de utilidad definir y estandarizar cuándo se considerará hipotensión o sangrado debido a la TRRC, y no a otros factores propios de la gravedad de los pacientes, con

la finalidad de seguir monitorizando y evaluando esta métrica de calidad, además de realizar comparaciones más confiables.

Por otro lado, la mediana de días desde el ingreso a la UTI hasta el inicio de la TRRC fue de 1 (0 – 5) día, lo que probablemente indique una comunicación oportuna entre los médicos tratantes de las áreas críticas y nuestro servicio, y la adecuada coordinación con el equipo de enfermería para el inicio oportuno de la terapia.

La principal indicación de TRRC en nuestro estudio fue la sobrecarga de volumen, cabe destacar que más del 50% de los pacientes tenían una sobrecarga mayor a 5 litros cuando se inició la terapia. La mediana de días desde el ingreso a hospitalización hasta el inicio de la TRRC fue de 6 (2 – 15.5) días, con un mínimo de 0 y un máximo de 76 días. Probablemente la sobrecarga de volumen tenga una etiología multifactorial, sin embargo representa un área de oportunidad en nuestro Instituto para mejorar el manejo de líquidos en el paciente hospitalizado, y disminuir la incidencia de sobrecarga de volumen, y por lo tanto las complicaciones asociadas.

En el reporte previo se había identificado como área de oportunidad el mejorar la elección de pacientes que ingresaban a TRRC, pues el 9% de su población a quienes se les indicó una sesión de TRRC, nunca la recibieron, cifra que disminuyó a la mitad (4%) en nuestro estudio, probablemente debido a que se realizó una mejor selección de pacientes con una indicación clara y una mayor probabilidad de supervivencia, y por lo tanto mejores candidatos a TRRC.

Por otro lado, el 50% de los pacientes ya había recibido al menos una sesión de HDI previo al inicio de TRRC. Esto probablemente refleje la gravedad de la inestabilidad hemodinámica, poca tolerancia a la TRR convencional, y por lo tanto el retraso en el inicio oportuno de la TRRC y los gastos en insumos que implica para el instituto. Definitivamente es un área de oportunidad de mejora, con el objetivo de iniciar oportunamente la TRRC sin perder tiempo en intentar una TRR convencional.

Al tratarse de una población con múltiples comorbilidades, críticamente enfermos y en ocasiones con falla multiorgánica, no resulta extraño la alta tasa de mortalidad

(67%), la cual es un poco más alta que lo reportado en la literatura (57%)²³, y similar a lo encontrado en el reporte previo (70%)¹³. La sepsis sigue siendo la causa más frecuente de muerte en el 64.5% de los casos, esto puede ser probablemente explicado por las características de la población que es atendida en nuestro instituto.

Como todo estudio observacional y retrospectivo, sus limitaciones son que gran cantidad de datos son obtenidos de registros realizados a mano, lo cual puede ocasionar errores en el registro o codificación de datos. Además, al ser un análisis unicéntrico, puede que la información obtenida no sea aplicable a otros centros hospitalarios en los que se realice TRRC. Cabe destacar que en nuestro centro el servicio de enfermería de hemodiálisis es el personal encargado de realizar la terapia y llevar el registro a mano de las características de la terapia. En virtud de la carga excesiva de trabajo y poca disponibilidad de personal, esto en ocasiones puede ocasionar que exista un subregistro o registro inadecuado de los datos, por lo que sigue siendo un área de oportunidad para nuestro servicio y nuestro Instituto, en general.

En nuestro Instituto el programa de TRRC tiene ocho años de haberse implementado. Como toda terapia especializada, se requiere pasar por una curva de aprendizaje para el personal que la realiza, en este caso el personal de enfermería y médico. Probablemente parte de la mejoría en las dos MC analizadas en este trabajo también pudiera ser explicada por la continua mejoría en el conocimiento del personal sobre prescripción y monitoreo de la ARC, y la adquisición de destrezas necesarias para la realización de una TRRC de calidad.

10. CONCLUSIONES

En este estudio demostramos que la implementación de un programa de mejora continua de la calidad en los tratamientos de TRRC, que consistió en introducir la ARC,

una prescripción estandarizada para los tratamientos que se otorgan sin anticoagulación, y educación del personal médico y de enfermería, es factible y exitoso.

11. REFERENCIAS

1. See E, Ronco C, Bellomo R. The future of continuous renal replacement therapy. *Seminars in Dialysis*. 2021 Nov 1;34(6):576–85.
2. Ostermann M, Joannidis M, Pani A, Floris M, de Rosa S, Kellum JA, et al. Patient Selection and Timing of Continuous Renal Replacement Therapy. *Blood Purification*. 2016;42(3):224–37.
3. Karkar A, Ronco C. Prescription of CRRT: a pathway to optimize therapy. *Annals of Intensive Care*. 2020 Dec 6;10(1):32.
4. Routh GS, Briggs JD, Mone JG, Ledingham IM. Survival from acute renal failure with and without multiple organ dysfunction. *Postgraduate Medical Journal*. 1980 Apr 1;56(654):244–7.
5. Kjellstrand CM ERPRSJ von HBBT. The “unphysiology” of dialysis: a major cause of dialysis side effects?
6. Kramer P, Wigger W, Rieger J, Matthaei D, Scheler F. Arteriovenous haemofiltration: A new and simple method for treatment of over-hydrated patients resistant to diuretics. *Klinische Wochenschrift*. 1977 Nov;55(22):1121–2.
7. Reference Keys. *Kidney International Supplements*. 2012 Mar;2(1):4.
8. Karkar A. Introductory Chapter: Principles and Methods of Acute Therapies. In: *Aspects in Continuous Renal Replacement Therapy*. IntechOpen; 2019.
9. Askenazi DJ, Heung M, Connor Jr. MJ, Basu RK, Cerdá J, Doi K, et al. Optimal Role of the Nephrologist in the Intensive Care Unit. *Blood Purification*. 2017;43(1–3):68–77.

10. Neyra JA, Kashani K. Improving the quality of care for patients requiring continuous renal replacement therapy. *Seminars in Dialysis*. 2021 Nov 3;34(6):501–9.
11. Rewa OG, Tolwani A, Mottes T, Juncos LA, Ronco C, Kashani K, et al. Quality of care and safety measures of acute renal replacement therapy: Workgroup statements from the 22nd acute disease quality initiative (ADQI) consensus conference. *Journal of Critical Care*. 2019 Dec;54:52–7.
12. Rewa OG, Eurich DT, Noel Gibney RT, Bagshaw SM. A modified Delphi process to identify, rank and prioritize quality indicators for continuous renal replacement therapy (CRRT) care in critically ill patients. *Journal of Critical Care*. 2018 Oct;47:145–52.
13. Rodríguez, María. (2020). Métricas de calidad en terapia de reemplazo renal continua en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”. [Tesis de Especialidad en Medicina, Nefrología, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio institucional de la UNAM.
14. Schetz M. Anticoagulation in Continuous Renal Replacement Therapy. In: *Blood Purification in Intensive Care*. Basel: KARGER; 2001. p. 283–303.
15. Legrand M, Tolwani A. Anticoagulation strategies in continuous renal replacement therapy. *Seminars in Dialysis*. 2021 Nov 8;34(6):416–22.
16. Kindgen-Milles D, Brandenburger T, Dimski T. Regional citrate anticoagulation for continuous renal replacement therapy. *Current Opinion in Critical Care*. 2018 Dec;24(6):450–4.
17. Bai M, Zhou M, He L, Ma F, Li Y, Yu Y, et al. Citrate versus heparin anticoagulation for continuous renal replacement therapy: an updated meta-analysis of RCTs. *Intensive Care Medicine*. 2015 Dec 19;41(12):2098–110.
18. Griffin BR, Thomson A, Yoder M, Francis I, Ambruso S, Bregman A, et al. Continuous Renal Replacement Therapy Dosing in Critically Ill Patients: A Quality Improvement Initiative. *American Journal of Kidney Diseases*. 2019 Dec;74(6):727–35.

19. Rocha E, Soares M, Valente C, Nogueira L, Bonomo H, Godinho M, et al. Outcomes of critically ill patients with acute kidney injury and end-stage renal disease requiring renal replacement therapy: a case-control study. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2009 Jun 1;24(6):1925–30.
20. Tandukar S, Palevsky PM. Continuous Renal Replacement Therapy. *Chest*. 2019 Mar;155(3):626–38.
21. Mariano F, Inguaggiato P, Pozzato M, Turello E, David P Berutti s, et al. Increase of continuous treatments and regional citrate anticoagulation during renal replacement therapy in the ICUs of the North-West of Italy from 2007 to 2015. *Minerva Urology and Nephrology*. 2023 May;75(3).
22. Zarbock A, Küllmar M, Kindgen-Milles D, Wempe C, Gerss J, Brandenburger T, et al. Effect of Regional Citrate Anticoagulation vs Systemic Heparin Anticoagulation During Continuous Kidney Replacement Therapy on Dialysis Filter Life Span and Mortality Among Critically Ill Patients With Acute Kidney Injury. *JAMA*. 2020 Oct 27;324(16):1629.
23. Ruiz EF, Ortiz-Soriano VM, Talbott M, Klein BA, Thompson Bastin ML, Mayer KP, et al. Development, implementation and outcomes of a quality assurance system for the provision of continuous renal replacement therapy in the intensive care unit. *Scientific Reports*. 2020 Nov 26;10(1):20616.