

Artículo de revisión

**Eficacia de las diferentes terapias de reemplazo renal en pacientes de la unidad de cuidados intensivos.
Una revisión sistemática.
Efficacy of different renal replacement therapies in intensive care unit patients. A systematic review.**

Javier Aquiles Hidalgo Acosta*, María Gabriela Chávez Ruiz**, Andreina Dayanara Briones Franco***, Eduardo Estefano Camacho Sig Tu****, Espinoza Romo Leroux Génesis Asleis*****, Juan Carlos Briones Olvera*****

*Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Samborondón, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0090-3069>

**Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3832-8784>

***Universidad de Guayaquil, Ecuador, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9405-6870>

****Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5079-7578>

*****Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6101-6733>

*****Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3569-0446>

jahidalgoacosta@hotmail.com

Recibido: 27 de septiembre del 2023

Revisado: 15 de octubre del 2023

Aceptado: 12 de noviembre del 2023

Resumen.

Introducción: Las terapias de reemplazo renal, son procedimientos que pueden ser realizados en la unidad de cuidados intensivos (UCI) y son una herramienta esencial para el manejo de la enfermedad renal, por lo cual, es importante conocer las diversas técnicas que existen y que pueden ser aplicadas en pacientes críticos.

Objetivos: establecer la eficacia de las diferentes terapias de reemplazo renal en pacientes ingresados en las unidades de cuidados intensivos.

Materiales y Métodos: Se elaboró una revisión sistemática con la declaración PRISMA 2020, sobre la pregunta de investigación ¿Cuál es la eficacia de las terapias de reemplazo renal en unidad de cuidados intensivos?, en bases de datos como Pubmed, Google académico, ScienceDirect, Mendely, Wiley Online Library, IntechOpen, con los patrones de búsqueda: terapias de reemplazo renal en unidad de cuidados intensivos, hemodiálisis, hemodiafiltración, hemoperfusión y terapias combinadas en lesión renal aguda, para un análisis de datos y desarrollar la pregunta de investigación proveniente de publicaciones científicas de los últimos 5 años.

Resultados El momento de inicio de la terapia de reemplazo renal en el fallo renal agudo continua en discusión, ya que el inicio acelerado comparado con el inicio estándar no ha demostrado ser beneficioso. La terapia de reemplazo renal continuo y las hemodiálisis intermitentes resultaron las estrategias más realizadas en la unidad de cuidados intensivos en el contexto de la lesión renal aguda. Los resultados sobre mortalidad en hemodiálisis comparando dos técnicas: 54,4 % en el grupo terapia de reemplazo renal continuo (CRRT) y 46,5 % en el grupo hemodiálisis intermitente (IHD), obtuvieron peores resultados en cardiopatía isquémica para reemplazo continuo.

Conclusiones: El reemplazo renal en cuidados intensivos, es un tema de actualidad y desarrollo con amplia variabilidad en eficacia y superioridad entre una terapia específica sobre otra, en la eliminación de toxinas urémicas y esto depende más de la situación clínica del paciente. Por ejemplo, en un paciente con intoxicación por órganos fosforados, carbamatos, paracuat, debería ser considerada de primera línea la hemoperfusión,

apoyada siempre por la hemodiálisis. En los casos de rhabdomiólisis, la hemodiálisis intermitente obtuvo resultados superiores a las otras terapias. En los pacientes con enfermedad renal, la hemodiafiltración ha demostrado tener un menor riesgo de mortalidad, en comparación con la hemodiálisis convencional. Por tal motivo se concluye que, todas las técnicas de reemplazo renal investigadas demostraron ser una medida de soporte vital útil en pacientes de la unidad de cuidados intensivos.

Palabras clave: eficacia, Terapia, Reemplazo Renal, unidad de cuidados intensivos.

Abstract

Introduction: Renal replacement therapies are procedures that can be performed in the intensive care unit (ICU) and are an essential tool for the management of kidney disease, therefore, it is important to know the various techniques that exist and that can be applied in critical patients.

Objectives: to establish the efficacy of different renal replacement therapies in patients admitted to intensive care units.

Materials and Methods: A systematic review was developed with the PRISMA 2020 statement, on the research question What is the effectiveness of renal replacement therapies in intensive care unit? in databases such as Pubmed, Google Scholar, ScienceDirect, Mendely, Wiley Online Library, IntechOpen, with search patterns: renal replacement therapies in intensive care unit, hemodialysis, hemodiafiltration, hemoperfusion and combined therapies in acute renal injury, for data analysis and to develop the research question from scientific publications of the last 5 years.

Results On the timing of initiation of renal replacement therapy in continuous acute renal failure under discussion, since accelerated onset compared to standard onset has not been shown to be beneficial. Continuous renal replacement therapy and intermittent haemodialysis were the most commonly performed strategies in the intensive care unit in the setting of acute kidney injury. The results on mortality in hemodialysis comparing two techniques: 54.4 % in the CRRT group and 46.5 % in the IHD group, obtained worse results in ischemic heart disease for continuous replacement.

Conclusions: Renal replacement in the intensive care setting is a current and developing issue with wide variability in efficacy and superiority between one specific therapy over another, in the elimination of uremic toxins and this depends more on the clinical situation of the patient. For example, in a patient with phosphorus organ poisoning, carbamates, paraquat, heme perfusion should be considered first-line, always supported by hemodialysis. In cases of rhabdomyolysis, intermittent hemodialysis obtained superior results to other therapies. In patients with kidney disease, hemodiafiltrations has been shown to have a lower risk of mortality compared to conventional hemodialysis. For this reason, it is concluded that all the techniques investigated demonstrated their specific usefulness in the intensive care unit.

Keywords: efficacy, Therapy, Renal Replacement, intensive care unit.

Introducción

Las terapias de reemplazo renal son procedimientos de soporte vital, que pueden ser realizados en la unidad de cuidados intensivos (UCI) y son una herramienta esencial en el manejo de la enfermedad renal, por lo cual, será objetivo de esta revisión sistemática establecer la eficacia de las diferentes terapias de reemplazo renal en pacientes ingresados en las unidades de cuidados intensivos.

¿Cuál es la eficacia y las estrategias para la terapia de reemplazo renal en pacientes con lesión renal aguda en unidad de cuidados críticos?

Las terapias de reemplazo renal comprenden: Hemodiálisis (HD), Diálisis peritoneal (DP), y

terapia de reemplazo renal continua (CRRT) (1). En la hemodiálisis la depuración sanguínea es por mecanismo de transporte pasivo, que se realiza mediante difusión de solutos a través de un dializador o membrana porosa. La hemodiafiltración se realiza por un mecanismo físico de transporte, por convección o ultrafiltración que significa que, el transporte se produce por un gradiente de presión entre los compartimentos (2) (3).

En lo que se refiere a hemoperfusión, su principio se basa en la adsorción, es decir, cuando la sangre pasa a través de un material que absorbe solutos y puede ser utilizada en conjunto con la hemodiálisis como terapias extracorpóreas de depuración (4).

La hemodiálisis, se puede realizar por medio de un catéter temporal o permanente (5), o también mediante, una fistula arteriovenosa creada quirúrgicamente (6), principalmente en los casos de rechazo agudo post trasplante renal (7) (8). La hemodiálisis según el tiempo de terapia puede ser intermitente, cuando se realiza en un periodo de 3 a 4 horas (9), o continua, cuando se aplica durante 6, 12 o 24 horas (10). Los objetivos de la hemodiálisis pueden ser la eliminación del exceso de líquido y solutos retenidos como consecuencia de una enfermedad renal (11).

La hemodiálisis continua, es la modalidad preferida de soporte renal extracorpóreo para pacientes críticamente enfermos con lesión renal aguda (12). El objetivo de esta terapia es optimizar el control de solutos, el estado ácido-base y el volumen (13), se ha demostrado que los pacientes en hemodiálisis que presentan hipertrofia y disfunción del ventrículo izquierdo tienen mayores eventos adversos. La sobrecarga de volumen disminuye con la reducción del peso seco, el cual se ha observado, repercute directamente con el tamaño y presiones de las cámaras cardiacas (14).

Objetivo general: establecer la eficacia de las diferentes terapias de reemplazo renal en pacientes ingresados en las unidades de cuidados intensivos.

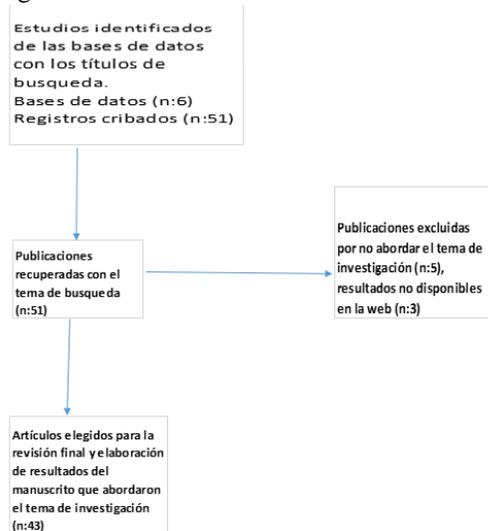


Figura 1 Diagrama de flujo de la revisión.

MÉTODOS

Criterios de elegibilidad

Según los criterios de inclusión y exclusión se tomaron en consideración artículos claros precisos y concisos.

Criterios de inclusión

Artículos de estudios en unidad cuidados intensivos de pacientes con lesión renal aguda y terapia de reemplazo renal.

Pacientes críticamente enfermos con lesión renal aguda.

Artículos de terapias de reemplazo renal continuo e intermitentes en unidad de cuidados intensivos

Artículos de hemodiálisis veno-venosa continua (CVVHD), hemodiafiltración venovenosa continua con membrana de alto flujo (CVVHDF)

Artículos de hemoperfusión en pacientes críticos

Criterios de exclusión

Artículos sobre otros tipos de diálisis en paciente no renales

Futilidad terapéutica

Por no abordar el tema de investigación

Artículos con resultados no disponibles en la web

Ensayos o estudios detenidos por inutilidad

Artículos de más de 5 años de publicación

Fuentes de información

Se elaboró una revisión sistemática con las guías de la declaración PRISMA 2020, sobre la pregunta de investigación y revisión en bases de datos como Pubmed, Google académico, ScienceDirect, Mendely, Wiley Online Library, IntechOpen.

Estrategia de búsqueda

Se utilizaron los siguientes patrones para una búsqueda sistemática:

Terapias de reemplazo renal en cuidados críticos.

Hemodiálisis, hemodiafiltración y hemoperfusión en la unidad de cuidados intensivos

Hemodiálisis intermitente, hemodiálisis continua y terapias combinadas en lesión renal aguda grave en cuidados críticos.

Proceso de selección de los estudios

Para la selección se tomaron en consideración los artículos que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión.

Proceso de extracción de los datos

Se extrajeron los datos de las publicaciones en las bases de datos, páginas web de las respectivas revistas, los datos están disponibles con DOI o con el nombre del autor para la respectiva correspondencia.

Lista de los datos

Los desenlaces obtenidos sobre las distintas terapias de reemplazo renal en la unidad de cuidados intensivos, la utilidad, mortalidad,

beneficios y complicaciones con el tema de búsqueda.

Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales

El riesgo de sesgo depende de la heterogeneidad de la muestra, las distintas terapias en investigación son variadas y poblaciones distintas de pacientes críticos en estudio, así como diferencias en la metodología de cada investigación.

Métodos de síntesis

Para la síntesis, se utilizaron las publicaciones que cumplían con los criterios de inclusión, luego fueron revisados, utilizados y luego se realizó un análisis descriptivo de cada artículo.

Evaluación del sesgo en la publicación

El sesgo de los estudios depende del gran número de terapias combinadas diferentes, estudios no aleatorizados con poblaciones distintas, el desarrollo de nuevas terapias continuas o intermitentes que necesitan más investigaciones y más uniformidad de los tipos de estudios.

Evaluación de la certeza de la evidencia

Se tomaron en consideración artículos con alto nivel de evidencia, tales como, ensayos aleatorizados, estudios observacionales, series de casos, recomendaciones de consenso.

Resultados

Resultados de la síntesis

Tabla 1

Descripción: análisis individual de estudios sobre las estrategias, tipos de terapias de reemplazo renal en cuidados críticos y los objetivos, de acuerdo con la patología presentada y sus resultados. IRA insuficiencia renal aguda, SOFA Sequential Organ Failure Assessment Score, PAM presión arterial media.

Autor	Intervención	Pacientes	Resultados	Conclusiones
Vaara ST, et al 2021	Manejo restrictivo de líquidos versus atención habitual en la lesión renal aguda	Pacientes críticamente enfermos con lesión renal aguda	(2003 ml) en el grupo de tratamiento restrictivo y (3131 ml) en el grupo de atención habitual P = 0,033	En pacientes críticamente enfermos con IRA, un régimen restrictivo de manejo de líquidos resultó en un menor equilibrio de líquidos acumulativo
STARRT-AKI Investigators, et al 2020	estrategia acelerada en la que la terapia se iniciaba dentro de las 12 horas posteriores a las que el paciente había cumplido los criterios o una estrategia estándar >72 horas	Pacientes críticamente enfermos con lesión renal aguda grave	Eventos adversos (23,0%) en el grupo de estrategia acelerada y (16,5%) en el grupo de estrategia estándar (P <0,001).	Una estrategia acelerada de reemplazo renal no se asoció con un menor riesgo de muerte a los 90 días

Gaudry S, et al.	Terapia de reemplazo renal continua (CRRT) versus hemodiálisis intermitente (IHD)	Pacientes con terapia de reemplazo renal en la lesión renal aguda grave	En cardiopatía isquémica la CRRT no pareció aportar ningún beneficio en términos de supervivencia	Pacientes gravemente enfermos (SOFA: 3-10), IHD se asoció con una mejor supervivencia a los 60 días en comparación con CRRT
Zampieri FG, et al.	Inicio estándar versus inicio acelerado de la terapia de reemplazo renal en la lesión renal aguda (STARTR-AKI)	Momento de inicio de la terapia de reemplazo renal	Probabilidad muy baja, que una estrategia acelerada tenga beneficios importantes en comparación con la estrategia estándar.	El inicio del reemplazo renal acelerado versus uno estándar no sugirió ninguna diferencia importante
Ferrari F, et al 2022	Hemodiálisis venovenosa continua (CVVHD) de corte medio (MCO) con la hemodiafiltración venovenosa continua con membrana de alto flujo (CVVHDF)	Pacientes con shock séptico y lesión renal aguda	CVVHD normalizó el índice cardíaco ($\beta = -0,64$; $p = 0,02$) y la frecuencia cardíaca ($\beta = 5,72$; $p = 0,01$). La eliminación de interleucina-8 y mieloperoxidasa fue mayor con CVVHDF	En pacientes con shock séptico e IRA grave, en la eliminación de las toxinas urémica tienen la misma eficacia
Maiwall R, et al 2023	Objetivo de presión arterial media (PAM) alta (80-85 mmHg) versus baja (60-65)	Pacientes con cirrosis y shock séptico	En el grupo PAM alta se observó una menor incidencia de hipotensión (12 % frente a 48 %; $p < 0,001$), mejor recuperación renal (53% frente a 31%; $p = 0,02$) y mayores eventos adversos (24 % frente a 11 %; $p = 0,031$)	Una estrategia de PAM más alta no confiere un beneficio de supervivencia, mejora la tolerancia a la diálisis evitando la hipotensión, el aclaramiento de lactato y la recuperación renal

Mariano F, et al 2020	Filtración y adsorción de plasma acoplado (CPFA) versus terapia de reemplazo renal sin adsorción	Pacientes con quemaduras graves, shock séptico y lesión renal aguda tratados con terapia de reemplazo renal	Filtración por plasma acoplado se asoció con una menor tasa de mortalidad 51,3% en el grupo CPFA y del 77,1% en el grupo control con terapia de reemplazo renal sola (p 0,004)	Eficacia y seguridad de CPFA en pacientes con shock séptico
Rey S, et al 2023	Hemoperfusión utilizando el adsorbente polimérico mesoporoso (Efferon LPS) selectivo o se utilizó la terapia estándar	Pacientes con sepsis intraabdominal y shock séptico	El shock séptico se resolvió en 26 de los 38 pacientes del grupo de Efferon LPS (68%) en comparación con sólo 9 de los 20 pacientes del grupo de control (45%) (P = 0,098). tiempo hasta la normalización de la presión arterial de 57 (37, 80) h en el grupo de Efferon LPS y 101 (58, 197) h en el grupo de control (P = 0,029).	La evaluación reveló efectos fuertes y clínicamente significativos de la hemoperfusión, que se manifiestan como una mayor probabilidad de que el shock se detenga y se recupere.

Fuente y elaboración de la tabla: Dr. Javier Aquiles Hidalgo Acosta

Sobre el momento de inicio de la terapia de reemplazo renal en el fallo renal agudo, es un tema que aún continua en discusión, ya que el inicio acelerado comparado con el inicio estándar no ha demostrado ser beneficioso (15).

La terapia de reemplazo renal continuo y las hemodiálisis intermitentes resultaron las estrategias más realizadas en la unidad de cuidados intensivos en el contexto de la lesión renal aguda. Los resultados sobre mortalidad en hemodiálisis comparando dos técnicas: 54,4 % en el grupo CRRT y 46,5 % en el grupo IHD, obtuvieron peores resultados en cardiopatía isquémica para reemplazo continuo (16).

Los tipos de terapia de reemplazo renal utilizadas son el modo de hemodiálisis veno-venosa continua (CVVHD), que permite filtración con hemodiálisis continuamente en la unidad de cuidados intensivos. Las complicaciones de la hemodiálisis pueden incluir aumento de tiempo de coagulación y riesgo

de sangrado durante la anticoagulación regional. El citrato aumenta el riesgo de acidosis metabólica, por lo que según estos estudios es mejor anticoagular con heparina durante la terapia de reemplazo renal continuo (17-19).

Según los datos obtenidos, el uso de hemodiafiltración en dosis altas resultó, en un menor riesgo de muerte por cualquier causa que la hemodiálisis convencional de alto flujo (20-21).

Los pacientes con terapia de reemplazo renal en UCI, tienen riesgo alto de sangrado gastrointestinal, a pesar del uso de inhibidores de la bomba de protones, como el pantoprazol que, comparado con placebo, no disminuye la hemorragia gastrointestinal en la unidad de cuidados intensivos, observándose esta complicación (22).

Los efectos de las terapias de reemplazo renal en la nutrición, son marcados con pérdidas de nutrientes, proteínas, interleucinas, oligoelementos por lo que,

el trasplante renal es superior a cualquier modo de terapia de reemplazo renal. Como resultado adverso cardiaco en pacientes en hemodiálisis, se destacan la hipertrofia, disfunción del ventrículo izquierdo y arritmias cardíacas (23-25).

La hemoperfusión, acompañada de hemodiálisis ha demostrado ser útil en casos graves, como la intoxicación por paraquat, organofosforado y carbamatos, reduciendo la mortalidad, y evitando complicaciones graves, en las cuales, la hemodiálisis sola, no ha demostrado su eficacia, a no ser que vaya acompañada de hemo perfusión, donde si disminuye la mortalidad. (26-28).

Un estudio aleatorizado que valoró la combinación de las distintas terapias la hemodiálisis con dializador de flujo súper alto, con hemoperfusión y hemodiafiltración en línea posdilución de alto volumen para eliminar toxinas urémicas unidas a proteínas, no encontró superioridad estadística de una terapia sobre otra. La hemo perfusión con polimixina B sola, no alteró la mortalidad en pacientes con shock séptico, ni tuvo diferencia estadística versus la terapia estándar (29-31). Un estudio aleatorizado, informó que la utilización de hemo perfusión en el choque séptico, se asoció con disminución estadísticamente significativa del tiempo de ventilación mecánica ($P = 0,037$) (32). En lo que se refiere a, la eliminación de mioglobina mediante hemodiálisis veno-venosa continua, es mejor en la rabdomiólisis, teniendo efectos superiores a las técnicas continuas (33-34).

Un metaanálisis sugiere, que no hay diferencia en las distintas terapias de reemplazo renal continua y la hemodiálisis intermitente, en paciente críticamente enfermos. Entre estas terapias se incluyen, los distintos modos disponibles: hemofiltración veno-venosa continua, hemodiálisis veno-venosa continua, hemodiafiltración veno-venosa continua, hemodiafiltración arterio-venosa continua, hemodiálisis intermitente, hemodiálisis intermitente con hemofiltración, diálisis extendida de eficiencia lenta, eficiencia lenta, diálisis extendida con hemofiltración y diálisis peritoneal (35).

Al momento, la hemodiafiltración es equivalente a la HD de alto flujo, para eliminar todo tipo de toxinas urémicas, ambos son tratamientos eficaces y representan un desafío en cuidados intensivos (36). En la lesión renal aguda, además de la terapia de reemplazo renal, es necesario ajustar los

medicamentos como antibióticos y otros fármacos según las distintas terapias utilizadas (37).

La terapia de reemplazo renal continuo y las hemodiálisis intermitentes resultaron las estrategias más realizadas en la unidad de cuidados intensivos en el contexto de la lesión renal aguda. efectos fuertes y clínicamente significativos de la hemoperfusión en el choque séptico, la filtración con plasma acoplado en el choque séptico presenta una menor mortalidad. Otras estrategias durante la hemodiálisis, mantener valores altos de tensión arterial media disminuyen la hipotensión durante la diálisis y un grado mayor de recuperación renal ya que toleran mejor las terapias, se observaron mayores eventos adversos que incluían desequilibrio hidroelectrolítico en los pacientes con niveles elevado de PAM. Sobre los filtros la eficacia de las membranas de alto flujo y corte medio son equivalentes en el choque séptico, el estudio del grupo de trabajo STARRT-AKI no observó diferencia entre un inicio tardío y temprano de la hemodiálisis con mayores eventos adversos en la terapia acelerada. En pacientes críticamente enfermos con IRA, un régimen restrictivo de manejo de líquidos resultó en un menor balance acumulado de líquidos. Sobre la hemodiafiltración se ha demostrado un menor riesgo de mortalidad, en comparación con la hemodiálisis convencional, en pacientes con enfermedad renal, por tal motivo todas las técnicas investigadas demostraron su utilidad en la unidad de cuidados intensivos. la hemoperfusión revela beneficio superior en: intoxicaciones por órganos fosforados, carbamatos, paraquat, por lo que, debería ser de primera línea y apoyada siempre por la hemodiálisis. Los mejores resultados de la hemodiálisis intermitente se observan en rabdomiólisis, donde fue superior a las otras terapias, el resultado de terapia de reemplazo renal continua se asoció con peores resultados en pacientes críticos con cardiopatía isquémica en estos la hemodiálisis intermitente fue superior en estos (38-43).

Sesgo en la publicación

Se encontró evidencia proveniente de estudios, aleatorizados y no aleatorizados no se pudo obtener las P en todos los artículos, como series de casos y estudios observacionales, por tal motivo se necesitan más ensayos clínicos sobre el tema para evitar el sesgo de aleatorización y de

heterogeneidad de las poblaciones, de publicaciones como por ejemplo el momento de inicio de la terapia, población en estudios fue variable.

Certeza de la evidencia

Gran parte de la evidencia disponible proviene de estudios y artículos publicados de gran validez académica que respondieron la pregunta de investigación.

Conclusión

El reemplazo renal en el ámbito de cuidados intensivos permite eliminar toxinas de la circulación en pacientes críticos con enfermedad renal, actualmente la eficacia de superioridad de una terapia específica sobre otra en la eliminación de toxinas urémicas es variable y depende más de la situación clínica del paciente. Un paradigma en pacientes con intoxicación por órganos fosforados, carbamatos, paracuat, donde la hemodiálisis tiene limitaciones, la incorporación de terapias de reemplazo renal combinada aportan mayor beneficio. La hemoperfusión apoyada con hemodiálisis mejora la absorción de interleucinas que intervienen en procesos como el choque séptico. En la rabiomólisis, la hemodiálisis intermitente obtuvo resultados superiores a las otras terapias. En los pacientes con enfermedad renal, la hemodiafiltración ha demostrado tener un menor riesgo de mortalidad, en comparación con la hemodiálisis convencional. Todas las técnicas investigadas demostraron su utilidad específica, en la unidad de cuidados intensivos.

Ética

Implicaciones bioéticas de esta investigación, la revisión sistemática cumplió con las normas bioéticas de investigación y el escrutinio de todos los participantes.

Otra información

Registro y protocolo

La revisión no ha sido registrada.

Indique dónde se puede acceder al protocolo

El protocolo se puede obtener con el correo de correspondencia de los autores.

Financiación

Sin fuentes de apoyo externo tanto financiero o no financiero para la revisión se utilizaron solo recursos de los autores.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses en la revisión.

Disponibilidad de datos, códigos y otros materiales

Mediante página web de la revista consultada, DOI o correo de correspondencia se puede acceder a los datos y otros materiales.

Referencias

1. Murdeshwar HN, Anjum F. Hemodialysis. 2023 Apr 27. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. PMID: 33085443.
2. Lorenzo Sellarés V, López Gómez JM. Principios Físicos en Hemodiálisis. En: Lorenzo V., López Gómez JM (Eds). Nefrología al día. ISSN: 2659-2606. Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org/188>
3. Maduell F, Broseta JJ. Hemodiafiltración en línea. En: Lorenzo V., López Gómez JM (Eds). Nefrología al día. ISSN: 2659-2606. Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org/600>
4. Zhou Y, Zhou F, Wang X, Chang P, Zhang L, Yao Q, Goldstein J, Liu X, Wang M. Practice of Extracorporeal Therapies for Septic Acute Kidney Injury Patients in Intensive Care Units in Mainland China. *Blood Purif.* 2019;47 Suppl 3:1-6. doi: 10.1159/000499456.
5. Jacquier S, Nay MA, Muller G, Muller L, Mathonnet A, Lefèvre-Benzekri D, Bretagnol A, Barbier F, Kamel T, Runge I, Skarzynski M, Sauvage B, Boulain T. Effect of a Musical Intervention During the Implantation of a Central Venous Catheter or a Dialysis Catheter in the Intensive Care Unit: A Prospective Randomized Pilot Study.
6. Jayroe H, Foley K. Arteriovenous Fistula. 2022 Nov 21. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. PMID: 32644639.
7. Hecking M, Madero M, Port FK, Schneditz D, Wabel P, Chazot C. Fluid volume management in hemodialysis: never give up! *Kidney Int.* 2023 Jan;103(1):2-5. doi: 10.1016/j.kint.2022.09.021.
8. Naik RH, Shawar SH. Renal Transplantation Rejection. 2023 Feb 9. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL):

- StatPearls Publishing; 2023 Jan-. PMID: 31971715.
9. Clark EG, Vijayan A. How I prescribe prolonged intermittent renal replacement therapy. *Crit Care*. 2023 Mar 8;27(1):88. doi: 10.1186/s13054-023-04389-7.
 10. Saunders H, Sanghavi DK. Continuous Renal Replacement Therapy. 2023 May 8. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. PMID: 32310488.
 11. Claire-Del Granado R, Clark WR. Continuous renal replacement therapy principles. *Semin Dial*. 2021 Nov;34(6):398-405. doi: 10.1111/sdi.12967.
 12. Neyra JA, Tolwani A. CRRT prescription and delivery of dose. *Semin Dial*. 2021 Nov;34(6):432-439. doi: 10.1111/sdi.12974.
 13. Vásquez Jiménez E, Anumudu SJ, Neyra JA. Dose of Continuous Renal Replacement Therapy in Critically Ill Patients: A Bona Fide Quality Indicator. *Nephron*. 2021;145(2):91-98. doi: 10.1159/000512846.
 14. Loutradis C, Papadopoulos CE, Sachpekidis V, Ekart R, Kronic B, Papadopoulou D, Papagianni A, Mallamaci F, Zoccali C, Sarafidis PA. Lung ultrasound-guided dry-weight reduction and echocardiographic changes in clinically euvolemic hypertensive hemodialysis patients: 12-month results of a randomized controlled trial. *Hellenic J Cardiol*. 2022 Mar-Apr;64:1-6. doi: 10.1016/j.hjc.2021.11.002.
 15. Zampieri FG, da Costa BR, Vaara ST, Lamontagne F, Rochweg B, Nichol AD, McGuinness S, McAuley DF, Ostermann M, Wald R, Bagshaw SM; STARRT-AKI Investigators. A Bayesian reanalysis of the Standard versus Accelerated Initiation of Renal-Replacement Therapy in Acute Kidney Injury (STARRT-AKI) trial. *Crit Care*. 2022 Aug 25;26(1):255. doi: 10.1186/s13054-022-04120-y.
 16. Gaudry S, Grolleau F, Barbar S, Martin-Lefevre L, Pons B, Boulet É, Boyer A, Chevrel G, Montini F, Bohe J, Badie J, Rigaud JP, Vinsonneau C, Porcher R, Quenot JP, Dreyfuss D. Continuous renal replacement therapy versus intermittent hemodialysis as first modality for renal replacement therapy in severe acute kidney injury: a secondary analysis of AKIKI and IDEAL-ICU studies. *Crit Care*. 2022 Apr 4;26(1):93. doi: 10.1186/s13054-022-03955-9.
 17. Bianchi NA, Altarelli M, Eckert P, Schneider AG. Complications of Regional Citrate Anticoagulation for Continuous Renal Replacement Therapy: An Observational Study. *Blood Purif*. 2020;49(5):567-575. doi: 10.1159/000506253.
 18. Rodríguez-Rubio M, Figueira JC, Acuña-Castroviejo D, Borobia AM, Escames G, de la Oliva P. A phase II, single-center, double-blind, randomized placebo-controlled trial to explore the efficacy and safety of intravenous melatonin in patients with COVID-19 admitted to the intensive care unit (MelCOVID study): a structured summary of a study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2020 Aug 5;21(1):699. doi: 10.1186/s13063-020-04632-4.
 19. Ferrari F, Husain-Syed F, Milla P, Lorenzin A, Scudeller L, Sartori M, Gramaticopolo S, D'Auria L, Guglielmi A, Cornara P, De Rosa S, Zanella M, Corradi V, De Cal M, Danzi V, Giavarina D, Brendolan A, Mojoli F, Arpicco S, Ronco C. Clinical Assessment of Continuous Hemodialysis with the Medium Cutoff EMiC®2 Membrane in Patients with Septic Shock. *Blood Purif*. 2022;51(11):912-922. doi: 10.1159/000522321.
 20. Blankestijn PJ, Vernooij RWM, Hockham C, Strippoli GFM, Canaud B, Hegbrant J, Barth C, Covic A, Cromm K, Cucui A, Davenport A, Rose M, Török M, Woodward M, Bots ML; CONVINCe Scientific Committee Investigators. Effect of Hemodiafiltration or Hemodialysis on Mortality in Kidney Failure. *N Engl J Med*. 2023 Aug 24;389(8):700-709. doi: 10.1056/NEJMoa2304820.
 21. Carney EF. CONVINCe trial reports a survival benefit of haemodiafiltration compared with haemodialysis. *Nat Rev Nephrol*. 2023 Aug;19(8):478. doi: 10.1038/s41581-023-00740-x.
 22. Schefold JC, Krag M, Marker S, Perner A, Wetterslev J, Wise MP, Borthwick M, Bendel S, Keus F, Guttormsen AB, Lange T, Møller MH; the SUP-ICU investigators. Outcomes of Prophylactic Pantoprazole in Adult Intensive Care Unit Patients Receiving Dialysis: Results of a Randomized Trial. *Am J Nephrol*. 2019;50(4):312-319. doi: 10.1159/000502732.

23. Dizdar OS, Yıldız A, Gul CB, Gunal AI, Ersoy A, Gundogan K. The effect of hemodialysis, peritoneal dialysis and renal transplantation on nutritional status and serum micronutrient levels in patients with end-stage renal disease; Multicenter, 6-month period, longitudinal study. *J Trace Elem Med Biol.* 2020 Jul;60:126498. doi: 10.1016/j.jtemb.2020.126498.
24. Loutradis C, Papadopoulos CE, Sachpekidis V, Ekart R, Kronic B, Karpetas A, Bikos A, Tsouchnikas I, Mitsopoulos E, Papagianni A, Zoccali C, Sarafidis P. Lung Ultrasound-Guided Dry Weight Assessment and Echocardiographic Measures in Hypertensive Hemodialysis Patients: A Randomized Controlled Study. *Am J Kidney Dis.* 2020 Jan;75(1):11-20. doi: 10.1053/j.ajkd.2019.07.025.
25. Murugan R, Kerti SJ, Chang CH, Gallagher M, Clermont G, Palevsky PM, Kellum JA, Bellomo R. Association of Net Ultrafiltration Rate With Mortality Among Critically Ill Adults With Acute Kidney Injury Receiving Continuous Venovenous Hemodiafiltration: A Secondary Analysis of the Randomized Evaluation of Normal vs Augmented Level (RENAL) of Renal Replacement Therapy Trial. *JAMA Netw Open.* 2019 Jun 5;2(6):e195418. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2019.5418.
26. Nasr Isfahani S, Farajzadegan Z, Sabzghabae AM, Rahimi A, Samasamshariat S, Eizadi-Mood N. Does hemoperfusion in combination with other treatments reduce the mortality of patients with paraquat poisoning more than hemoperfusion alone: A systematic review with meta-analysis. *J Res Med Sci.* 2019 Jan 31;24:2. doi: 10.4103/jrms.JRMS_478_18.
27. Omar S, Sooka PN, Khoza S, Van Rooyen MC, Mashamba L, Madi S, Mathivha LR, George JA. Hemoperfusion for Clinically Suspected Organophosphate and Carbamate Poisoning in Critically Ill Patients: A Randomized Trial. *Blood Purif.* 2023;52(2):157-165. doi: 10.1159/000525936.
28. Eizadi-Mood N, Jaber D, Barouti Z, Rahimi A, Mansourian M, Dorooshi G, Sabzghabae AM, Alfred S. The efficacy of hemodialysis on paraquat poisoning mortality: A systematic review and meta-analysis. *J Res Med Sci.* 2022 Sep 27;27:74. doi: 10.4103/jrms.jrms_235_21.
29. Tiranathanagul K, Khemnark N, Takkavatakarn K, Limjariyakul M, Mahatanan N, Chariyavilaskul P, Wittayalertpanya S, Susantitaphong P, Eiam-Ong S. Comparative efficacy between hemodialysis using super high-flux dialyzer with hemoperfusion and high-volume postdilution online hemodiafiltration in removing protein bound and middle molecule uremic toxins: A cross-over randomized controlled trial. *Artif Organs.* 2022 May;46(5):775-785. doi: 10.1111/aor.14161.
30. Dellinger RP, Bagshaw SM, Antonelli M, Foster DM, Klein DJ, Marshall JC, Palevsky PM, Weisberg LS, Schorr CA, Trzeciak S, Walker PM; EUPHRATES Trial Investigators. Effect of Targeted Polymyxin B Hemoperfusion on 28-Day Mortality in Patients With Septic Shock and Elevated Endotoxin Level: The EUPHRATES Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2018 Oct 9;320(14):1455-1463. doi: 10.1001/jama.2018.14618.
31. Mitaka C, Tomita M. Polymyxin B-immobilized fiber column hemoperfusion therapy for septic shock. *Shock.* 2011 Oct;36(4):332-8. doi: 10.1097/SHK.0b013e318225f839.
32. Rey S, Kulabukhov VM, Popov A, Nikitina O, Berdnikov G, Magomedov M, et al. Hemoperfusion using the Ips-selective mesoporous polymeric adsorbent in septic shock: a multicenter randomized clinical trial. *Shock.* 2023 Jun 1;59(6):846-854. doi: 10.1097/SHK.0000000000002121.
33. Weidhase L, de Fallois J, Haußig E, Kaiser T, Mende M, Petros S. Myoglobin clearance with continuous veno-venous hemodialysis using high cutoff dialyzer versus continuous veno venous hemodiafiltration using high-flux dialyzer: a prospective randomized controlled trial. *Crit Care.* 2020 Nov 11;24(1):644. doi: 10.1186/s13054-020-03366-8.
34. Gubensek J, Persic V, Jerman A, Premru V. Extracorporeal myoglobin removal in severe rhabdomyolysis with high cut-off membranes-intermittent dialysis achieves much greater clearances than continuous methods. *Crit Care.* 2021 Mar 9;25(1):97. doi: 10.1186/s13054-021-03531-7.
35. Ye Z, Wang Y, Ge L, Guyatt GH, Collister D, Alhazzani W, Bagshaw SM, Belley-Cote EP, Fang F, Hou L, Kolb P, Lamontagne F, Oczkowski

- S, Pyne L, Rabbat C, Scaum M, Najafabadi BT, Tangamornsuksan W, Wald R, Wang Q, Walsh M, Yao L, Zeng L, Algarni AM, Couban RJ, Alexander PE, Rochweg B. Comparing Renal Replacement Therapy Modalities in Critically Ill Patients With Acute Kidney Injury: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Crit Care Explor.* 2021 May 12;3(5):e0399. doi: 10.1097/CCE.0000000000000399.
36. Kellum JA, Romagnani P, Ashuntantang G, Ronco C, Zarbock A, Anders HJ. Acute kidney injury. *Nat Rev Dis Primers.* 2021 Jul 15;7(1):52. doi: 10.1038/s41572-021-00284-z.
37. Griffin BR, Liu KD, Teixeira JP. Critical Care Nephrology: Core Curriculum 2020. *Am J Kidney Dis.* 2020 Mar;75(3):435-452. doi: 10.1053/j.ajkd.2019.10.010.
38. Vaara ST, Ostermann M, Bitker L, Schneider A, Poli E, Hoste E, Fierens J, Joannidis M, Zarbock A, van Haren F, Prowle J, Selander T, Bäcklund M, Pettilä V, Bellomo R; REVERSE-AKI study team. Restrictive fluid management versus usual care in acute kidney injury (REVERSE-AKI): a pilot randomized controlled feasibility trial. *Intensive Care Med.* 2021 Jun;47(6):665-673. doi: 10.1007/s00134-021-06401-6.
39. STARRT-AKI Investigators; Canadian Critical Care Trials Group; Australian and New Zealand Intensive Care Society Clinical Trials Group; United Kingdom Critical Care Research Group; Canadian Nephrology Trials Network; Irish Critical Care Trials Group; Bagshaw SM, Wald R, Adhikari NKJ, Bellomo R, da Costa BR, Dreyfuss D, Du B, Gallagher MP, Gaudry S, Hoste EA, Lamontagne F, Joannidis M, Landoni G, Liu KD, McAuley DF, McGuinness SP, Neyra JA, Nichol AD, Ostermann M, Palevsky PM, Pettilä V, Quenot JP, Qiu H, Rochweg B, Schneider AG, Smith OM, Thomé F, Thorpe KE, Vaara S, Weir M, Wang AY, Young P, Zarbock A. Timing of Initiation of Renal-Replacement Therapy in Acute Kidney Injury. *N Engl J Med.* 2020 Jul 16;383(3):240-251. doi: 10.1056/NEJMoa2000741.
40. Ferrari F, Husain-Syed F, Milla P, Lorenzin A, Scudeller L, Sartori M, Gramaticopolo S, D'Auria L, Guglielmi A, Cornara P, De Rosa S, Zanella M, Corradi V, De Cal M, Danzi V, Giavarina D, Brendolan A, Mojoli F, Arpicco S, Ronco C. Clinical Assessment of Continuous Hemodialysis with the Medium Cutoff EMiC®2 Membrane in Patients with Septic Shock. *Blood Purif.* 2022;51(11):912-922. doi: 10.1159/000522321.
41. Maiwall R, Rao Pasupuleti SS, Hidam AK, Kumar A, Tevethia HV, Vijayaraghavan R, Majumdar A, Prasher A, Thomas S, Mathur RP, Kumar G, Sarin SK. A randomised-controlled trial (TARGET-C) of high vs. low target mean arterial pressure in patients with cirrhosis and septic shock. *J Hepatol.* 2023 Aug;79(2):349-361. doi: 10.1016/j.jhep.2023.04.006.
42. Mariano F, Hollo' Z, Depetris N, Malvasio V, Mella A, Bergamo D, Pensa A, Bernardino M, Stella M, Biancone L. Coupled-plasma filtration and adsorption for severe burn patients with septic shock and acute kidney injury treated with renal replacement therapy. *Burns.* 2020 Feb;46(1):190-198. doi: 10.1016/j.burns.2019.05.017.
43. Rey S, Kulabukhov VM, Popov A, Nikitina O, Berdnikov G, Magomedov M, Kim T, Masolitina S, Ignatenko O, Krotenko N, Marysheva A, Chaus N, Ohinko L, Mendibaev M, Chumachenko A, Pisarev V. Hemoperfusion using the lps-selective mesoporous polymeric adsorbent in septic shock: a multicenter randomized clinical trial. *shock.* 2023 jun 1;59(6):846-854. doi: 10.1097/shk.0000000000002121.