



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE SANIDADE



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCOLA UNIVERSITARIA DE ENFERMERÍA DE A CORUÑA

GRAO EN ENFERMARÍA

Curso académico 2018-2019

TRABALLO FIN DE GRAO

Terapias de reemplazo renal continuo en el paciente crítico: puesta al día

Paula Rey Louzao

Director/a: Luis Álvarez Rocha

Junio, 2019

ESCOLA UNIVERSITARIA DE ENFERMARÍA A CORUÑA

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ÍNDICE

1. Resumen.....	Pág. 2
2. Introducción.....	Pág. 5
2.1. La insuficiencia renal aguda.....	Pág. 5
2.2. Historia de las TRRC	Pág. 5
3. Objetivo.....	Pág. 6
4. Metodología.....	Pág. 7
4.1. Tipo de estudio.....	Pág. 7
4.2. Localización y selección de estudios.....	Pág. 7
4.3. Revisión y análisis.....	Pág. 10
5. Resultados.....	Pág. 13
5.1. Las terapias de reemplazo renal continuo.....	Pág. 14
5.1.1. Principios físico-químicos.....	Pág. 14
5.1.2. Partes de un circuito de depuración extracorpóreo.....	Pág. 17
5.1.3. Modalidades de las TRRC.....	Pág. 23
5.1.4. Indicaciones.....	Pág. 27
5.1.5. Inicio y fin de la terapia con TRRC.....	Pág. 28
5.1.6. Complicaciones.....	Pág. 29
5.2. Anticoagulación en TRRC.....	Pág. 31
5.3. Eficacia de la TRRC.....	Pág. 35
5.4. Papel de la enfermería en TRRC.....	Pág. 38
5.4.1. Cuidados de enfermería en las TRRC.....	Pág. 39
6. Discusión.....	Pág. 42
7. Conclusiones.....	Pág. 44
7.1. Limitaciones.....	Pág. 45
8. Bibliografía.....	Pág. 47
9. Anexos.....	Pág. 51
10. Agradecimientos.	Pág. 51

1. RESUMEN

Introducción: El fracaso renal agudo (FRA) afecta hasta al 30% de los pacientes ingresados en una unidad de críticos. Es un síndrome grave, que compromete el funcionamiento renal. Las técnicas de reemplazo renal continuo (TRRC) buscan sustituir la función de los riñones buscando la mejor tolerancia en el paciente crítico.

Objetivo: La meta de este trabajo es realizar una puesta al día de la técnica mediante una revisión bibliográfica en la que se describa la técnica, se analicen factores importantes sobre ella, y se clarifique la importancia y la función de los profesionales de enfermería.

Metodología: Búsqueda bibliográfica de documentos publicados entre el año 2014 y 2019 referidos a las TRRC y al papel de enfermería en el manejo de las mismas. Incluyendo sólo trabajos elaborados en humanos y adultos críticos. De forma excepcional hemos admitido otras publicaciones por su relevancia histórica o por contemplar aspectos básicos de la técnica.

Resultados: Se encuentran 640 publicaciones en bases de datos (PubMed, DialNetPlus, ScienceDirect) y otros recursos, de las cuales se seleccionan 33 tras su lectura. Se obtienen datos teóricos para realizar una puesta al día sobre aspectos técnicos de la terapia. En cuanto a la efectividad, las TRRC parecen ser la mejor opción el paciente crítico con FRA. El citrato regional es la primera opción de anticoagulación del sistema. Se destaca la importancia de la formación de profesionales de enfermería para una mejor eficiencia de la técnica e incluso se apunta la conveniencia de que existan equipos dedicados específicamente a ella.

Conclusiones: Las TRRC aportan beneficios en el manejo del FRA del paciente crítico en relación con otras técnicas dialíticas convencionales. Los profesionales de enfermería tienen un papel clave en el manejo de la técnica y es imprescindible una adecuada formación de los mismos.

Palabras clave: “terapia de reemplazo renal continuo”, “técnica continua de depuración extrarrenal”, “unidad de cuidados intensivos”, “críticos”, “enfermería”

RESUMO

Introdución: O fracaso renal agudo (FRA) afecta ata o 30% dos doentes ingresados nunca unidade de críticos. É un síndrome grave, que compromete o funcionamento renal. As técnicas de reemplazo renal continuo (TRRC) buscar substituír a función dos riles buscando a mellor tolerancia no doente crítico.

Obxectivo: A meta deste traballo é realizar unha posta ó día da técnica mediante unha revisión da bibliografía na que se describa a técnica, se analicen factores importantes sobre ela e se clarifique a importancia e a función dos profesionais de enfermería.

Metodoloxía: Busqueda bibliográfica de documentos publicados entre o ano 2014 e 2019 referidos as TRRC e o papel de enfermería no seu manexo. Incluindo sólo traballos elaborados en humanos e adultos críticos. De forma excepcional admítense outras publicacións pola súa relevancia histórica ou por contemplar aspectos básicos da técnica.

Resultados: Encóntanse 640 publicacións en bases de datos (PubMed, DialNetPlus e ScienceDirect) e noutros recursos, dos cales 33 son seleccionados trala súa lectura. Obtéñense datos teóricos sobre para realizar unha posta ó día sobre a aspecto técnicos da técnica. En canto a súa efectividade, as TRRC parecen ser a mellor opción para o doente crítico con FRA. O citrato rexional é a primeira opción como anticogulante do sistema. Destácase a importancia da formación dos profesionais de enfermería para unha mellor eficiencia da técnica e incluso apúntase a conveniencia de que existan equipos especializados nela.

Conclusións: As TRRC aportan beneficios no manexo da FRA do doente crítico en relación a outras técnicas dialíticas convencionais. Os profesionais de enfermería teñen un papel clave no manexo da técnica e é imprescindible unha adecuada formación dos mesmos.

Palabras clave: “terapia de reemplazo renal continuo”, “técnica continua de depuración extrarrenal”, “unidade de coidados intesivos”, “críticos”, “enfermería”.

ABSTRACT

Introduction: Acute renal failure (ARF) affects up to 30% of patients admitted in a critical unit. It is a severe syndrome, which compromises kidney function. Continuous renal replacement therapy's (CRRT) aim is to replace the kidneys function with the best critical patient tolerance.

Objective: The goal of the study is to carry out an update of the CRRT's by a bibliographic review which describe, analyze and expose those important factors about it, and clarify the importance and function of nursing professionals in that field.

Methodology: A bibliography review of publications between 2014 to 2019 referred to TRRC and nurses role in them. Exceptionally, other publications were admitted due to its historical relevance or due to contemplate her basic aspects.

Results: 640 publications were finded in different data bases (PubMed, DialNetPlus, ScienceDirect) and another resources, which 33 were selected after reading. Theoretical data are obtained to update the therapeutic aspects of the therapy. In terms of effectiveness, CRRT's seem to be the critical patient with FRA best option. Regional citrate is the first anticoagulation option to the system. The importance of the training of nursing professionals for an efficiency if the technique is emphasized and the convenience of specialized teams is even pointed out.

Conclusions: The CRRT's provide benefits in the management of the ARF of the critical patient in relation to other conventional dialysis techniques. Nursing professionals have a key role in the management of the technique and proper training is essential.

Key words: "continuous renal replacement therapy", "continuous extrarenal depuration technique", "intensive care unit", "critics", "nurse".

2. INTRODUCCIÓN

2.1. La insuficiencia renal aguda

La insuficiencia renal aguda (IRA) o fracaso renal agudo (FRA) es un síndrome clínico caracterizado por el deterioro brusco de la función renal, alterando la filtración a nivel glomerular que, finalmente, produce una alteración homeostática en el organismo, con una elevación de los productos nitrogenados en la sangre (urea y creatinina).^(1,2)

La IRA es, según la guía internacional KDIGO, cualquiera de las siguientes definiciones⁽³⁾:

- Aumento de Creatinina Sérica $\geq 0,3\text{mg/dl}$ en 48 horas.
- Aumento de la Creatinina Sérica $\geq 1,5$ veces de la base, en los 7 días anteriores.
- Volumen de orina $< 0,5\text{ml/kg/h}$ durante 6 horas.

Se estima que más de un cuarto de los pacientes ingresados en las unidades de cuidados intensivos (UCI's) presentan este síndrome.⁽⁴⁾ La mortalidad bruta de los pacientes ingresados en estas unidades con FRA oscila entre el 40 y 80%^(1,4) Pero va a estar condicionada por la disfunción de otros órganos que habitualmente se asocia. La mortalidad directamente relacionada con el FRA en el paciente crítico suele estar en torno al 20%.⁽⁵⁾

Las terapias de reemplazo renal continuo (TRRC) se definen como un tipo de terapias que purifican de forma extracorpórea la sangre 24 horas al día 7 días a la semana. Han supuesto en los últimos años una beneficiosa técnica en el manejo del FRA en las unidades de cuidados intensivos, obteniéndose resultados muy satisfactorios respecto a otras técnicas utilizadas hasta entonces.^(2,6)

2.2. Historia de las técnicas continuas de depuración extrarrenal

Las terapias de reemplazo renal continuo (TRRC) nacen en 1977 de la mano del alemán P. Kramer, cuyas primeras publicaciones reflejaban la eficacia hemofiltración arterio-venosa continua (HVVC) en la eliminación de líquidos en individuos resistentes a diuréticos, realizando diferentes publicaciones al respecto en las que describía distintos aspectos de la

técnica. A partir de aquí, esta técnica pasó a ser una alternativa a las técnicas dialíticas convencionales en el paciente crítico (diálisis peritoneal, hemodiálisis intermitente). Además, se han ido modificando hasta llegar a técnicas más adecuadas a las necesidades actuales. La técnica arterio-venosa se sustituye en la actualidad por la veno-venosa más la implementación de bombas peristálticas. También han avanzado las modalidades, empleando técnicas de ultrafiltración (manejo de volumen) y otras técnicas dialíticas avanzadas: hemofiltración veno-venosa continua (HDVVC) o la hemofiltración veno-venosa continua (HFVVC) y hemodiafiltración (HDFVVC) ^(7,8)

A partir de entonces se empiezan a publicar más estudios sobre los beneficios de estas técnicas y poco a poco se va introduciendo en la práctica clínica. En 1995 tiene lugar un San Diego la Conferencia internacional sobre técnicas continuas de reemplazo renal, dónde se concretan de forma consensuada definiciones, abreviaturas y nomenclaturas relacionadas con este tratamiento, así como sus variantes técnicas. Posteriormente, en 2000 tiene lugar otra conferencia dónde se actualizan las mismas y se definen aquellas modalidades nuevas. ⁽¹⁾

Aún siendo una técnica que ha evolucionado notablemente en los últimos años, aún quedan muchos aspectos sobre la misma que están pendientes de estudiar y mejorar. ⁽⁸⁾

3. OBJETIVO

3.1. Objetivo principal

Realizar una puesta al día sobre la utilidad de las técnicas de reemplazo renal continuo en el paciente crítico mediante una revisión bibliográfica.

3.2. Objetivos específicos

- Examinar todos los aspectos teóricos de la terapia importantes para su empleo.
- Analizar los aspectos relacionados con el papel de enfermería en cuanto al manejo y la prevención de complicaciones.

4. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de estudio:

Se realiza una revisión bibliográfica de la evidencia científica publicada hasta la actualidad con la finalidad de responder a los objetivos anteriormente nombrados sobre las TRRC.

4.2. Localización y selección de estudios

Se realiza una búsqueda bibliográfica durante parte del mes de enero y el mes de febrero de 2019.

Bases de datos empleadas:

PubMed (MEDLINE): PubMed es una plataforma web de ámbito biomédico que pertenece a la National Library of Medicine (NIH). Permite la búsqueda en lenguaje coloquial y en descriptores MeSH.

DialNetPlus: Dialnet es una hemeroteca hispana coordinada por la Universidad de la Rioja de ámbito científico.

ScienceDirect: ScienceDirect es una plataforma perteneciente a la empresa de análisis de información global Elsevier que contiene información institucional y profesional sobre temas de salud avanzados.

Otros recursos

AQDI: La Acute Dialysis Quality Initiative Group (ADQI) es una organización sin ánimo de lucro de gran prestigio internacional compuesta por más de 100 miembros de diferentes universidades del mundo especializados en diferentes ámbitos que rodean la patología renal. La finalidad de este grupo es mejorar el cuidado de pacientes que sufran este tipo de enfermedades mediante el establecimiento de normas y guías.

Sociedad Española de Nefrología (SEN) La SEN es una asociación que nace en el año 1964 y que engloba a los especialistas médicos que se ocupan del funcionamiento del riñón y de sus enfermedades. Tiene como medio de expresión oficial la Revista "Nefrología".

KDIGO: KDIGO es una organización internacional, de origen belga, benéfica, profesional, autogestionada, liderada por referentes en el campo

de la enfermedad renal, que desarrolla e implemente diferentes guías de práctica clínica basadas en evidencia científica.

Como excepción se utilizaron otras citas bibliográficas localizadas a partir de los artículos de la bibliografía seleccionada por su relevancia y evidencia es aspectos relacionados con el trabajo.

Se utilizaron para su búsqueda las siguientes palabras clave y términos MeSH (medical subject headings): “continuous renal replacement therapy”, “CRRT”, “hemofiltration”, “nurse”, “técnicas continuas de depuración extrarrenal”, “técnicas continuas de depuración extrarrenal”, y los siguientes operadores booleanos: AND, OR, NOT.

Para la selección de documentos se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- **Criterios de inclusión**

1. Artículos publicados los últimos 5 años; desde el año 2014-2019.
2. Acceso a texto completo gratuito o mediante préstamo interbibliotecario.
3. Publicaciones referidas a estudios en humanos, adultos y críticos.
4. Artículos y publicaciones en español, portugués e inglés.

- **Criterios de exclusión**

1. Artículos y publicaciones publicados en un periodo anterior a 5 años a excepción de lo anteriormente nombrado.
2. Artículos y publicaciones de estudio en animales.
3. Artículos y publicaciones de contenido pediátrico.

- **Excepciones:**

1. En el caso de documentos históricos se aceptan artículos de cualquier año que cumplan el resto de criterios establecidos.
2. En el caso de guías, manuales e informes oficiales se aceptan documentos publicados en los últimos 10 años; que tengan un respaldo científico adecuado.
3. En caso de publicaciones potencialmente importantes y cuya evidencia no esté obsoleta, se aceptan documentos publicados en otros años, estando estrictamente justificada su utilización.

La búsqueda y selección de artículos para se resume en la siguiente (Tabla 1).

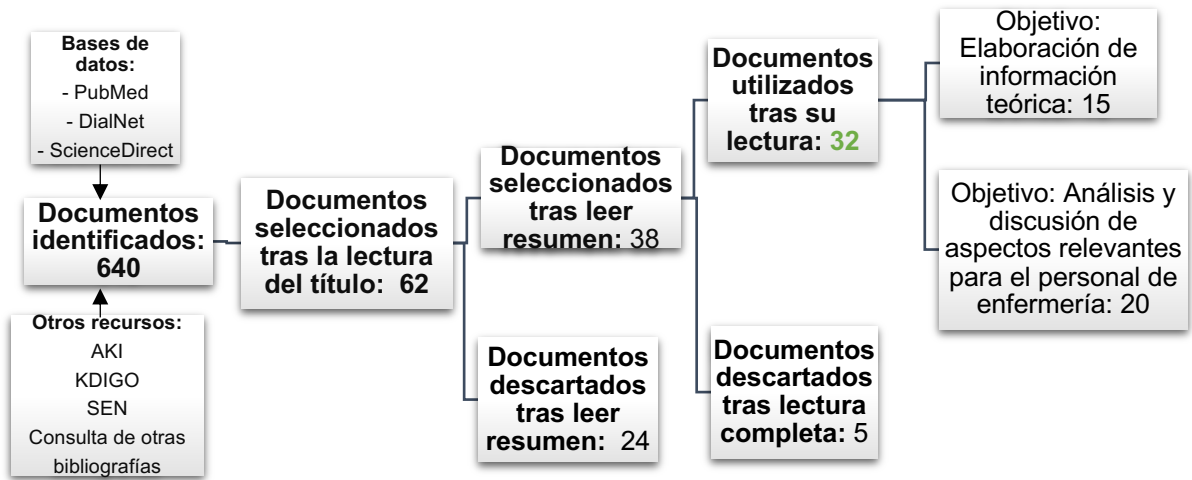
(Tabla 1). Búsqueda y selección de artículos.

		DESCRIPTORES UTILIZADOS	FILTROS aplicados	PUBLICACIONES ENCONTRADAS	PUBLICACIONES SELECCIONADAS	
B A S E S D E D A T O S	PubMed	((continuous renal replacement therapy [tiab]) OR hemofiltration [tiab]) OR CRRT [tiab])) NOT pediatr*	Acceso gratuito Últimos 5 años Humanos	337	21	
		((((continuous renal replacement therapy [tiab]) OR hemofiltration [tiab]) OR CRRT [tiab])) NOT pediatr*) AND nurs*		14	2	
	DialNetPlus	Terapias continuas de depuración renal	Acceso gratuito Últimos 5 años	6	1	
		"Continuous Renal Replacement Therapy"	Últimos 5 años	16	10	
	Science Direct	Técnicas continuas de depuración extrarrenal	Acceso gratuito Últimos 5 años	72	1	
		Terapia reemplazo renal continuo	Últimos 5 años	18	3	
		"CRRT"		154	4	
	O T R O S	ADQI			1	1
		SEN	"IRA", "hemodiálisis", "guías y documentos consenso"		9	9
KDIGO				12	1	
A partir de otros artículos				18	6	
T O T A L				640	62	

Fuente: Elaboración propia

Se llevó a cabo la selección de entre todos los artículos para su lectura tras haber leído el título. Primero se procedió a la lectura del resumen, y posteriormente, se procedió a la lectura completa del artículo. A partir de ahí se eligieron los artículos para su análisis más exhaustivo. (Figura 1

(Figura 1). Diagrama de selección de bibliografía



Fuente: Elaboración propia

4.3. Revisión y análisis:

Finalmente se seleccionan para su utilización 32 documentos, de los cuales se emplean 15 para la elaboración de una puesta al día sobre aspectos teóricos. En el caso de los aspectos relevantes para la práctica enfermera se analizan 10 para valorar su eficacia, 10 que incumben aspectos sobre la anticoagulación y 4 que tratan en parte o en su totalidad el equipo de enfermería. Se utilizan alguno de ellos para analizar varios aspectos.

Para el análisis de las mismas se utilizan las herramientas de lectura crítica de la organización sin ánimo de lucro CASPe (*Critical Appraisal Skills Programme Español*) disponibles en su plataforma web (<http://www.redcaspe.org>).

La calidad de las publicaciones utilizadas se clasifica según los niveles de evidencia y grados de recomendación propuesta por el Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM) de Oxford siguiendo los siguientes criterios (*Anexo 1*) y la validez de los estudios de tipo cualitativo se utilizan las herramientas CASPe anteriormente nombradas. A continuación, se agrupan por año de publicación de más reciente a más antiguo todos los documentos y artículos utilizados, reflejando con ellos la evidencia y grado de recomendación. (*Tabla 2*)

(Tabla 2). Publicaciones y documentos utilizados.

Título	Autores	Tipo de artículo	Año y lugar	Calidad
Continuous Renal Replacement Therapy: Who, When, Why, and How	Tandukar S, Palevsk PM	Revisión bibliográfica	2019, CHEST Journal	Nivel de evidencia: 2ª Grado de recomendación B
Training of intensive care nurses to handle continuous hemodialysis: a latent condition for safety.	Ribeiro B, de Mello F, de Lúcio HFA, <i>et al.</i>	Investigación cualitativa	2019, Revista Brasileira de Enfermagem	CASPE: Válido
The efficacy of renal replacement therapy strategies for septic-acute kidney injur: A PRISMA-compliant network meta-analysis.	Junjing Z, Li C, Cheng G, <i>et al.</i>	Metaanálisis	2019, Medicine	Evidencia científica: 1a Grado de recomendación: A
Dos métodos de anticoagulación en técnicas continuas de depuración extrarrenal	Aragó S, Rodas LM, Torres F, <i>et al.</i>	Estudio observacional retrospectivo	2018, Revista Seden	Evidencia científica: 2b Grado de recomendación: B
Dializadores y Membranas de Hemodiálisis.	Martin M A., Martin de Francisco AL.	Revisión bibliográfica	2018, Nefrología al día	Evidencia científica: 2a Grado de recomendación: B
Evolución de los Dializadores	Pérez R, Alcázar R	Revisión bibliográfica	2018, Nefrología al día	Evidencia científica: 2a Grado de recomendación: B
Supervivencia de circuitos de técnicas de depuración extrarrenal continua en pacientes críticos con o sin anticoagulación convencional: estudio observacional prospectivo	Sanz M, Hidalgo F, García-Fernández N	Estudio de cohortes prospectivo	2017, Anales del sistema sanitario de Navarra	Evidencia científica: 2c Grado de recomendación: B
Non anti-coagulant factors associated with filter life in continuous renal replacement therapy (CRRT): a systematic review and meta-analysis	Brain M, Winson E, Roodenburg, <i>et al.</i>	Revisión sistemática y metanálisis	2017, BMC Nephrology	Evidencia científica: 1a Grado de recomendación: A
Long-term continuous renal replacement therapy and anticoagulation with citrate in critically ill patients with severe liver dysfunction.	Klinge M, Stadler T, Fliser D, <i>et al.</i>	Estudio de cohortes retrospectivo	2017, Critical Care	Evidencia científica: 2c Grado de recomendación: B
Renal Support for Acute Kidney Injury in the Developing World	Anniggeri RA, Ostermann M, Tolwani A, <i>et al.</i> (ADQI Consensus Group)	Consensus recommendations from the 18th ADQI	2017, Kidney International Reports	Evidencia científica: 1a Grado de recomendación: A
Manejo actual de las terapias continuas de reemplazo renal: Estudio epidemiológico multicéntrico	Tomasa T, Sabater J, Poch E, <i>et al.</i>	Estudio epidemiológico multicéntrico	2017, Medicina Intensiva	Evidencia científica: 2b Grado de recomendación: B
Analysis of Survival After Initiation of Continuous Renal Replacement Therapy in a Surgical Intensive Care Unit.	Tatum JM, Barmaparas G, Ko A, <i>et al.</i>	Estudio de cohortes retrospectivo	2017, JAMA Surgery	Evidencia científica: 2c Grado de recomendación: B
Continuous Venous-Venous-Hemodialysis versus Intermittent-Hemodialysis in Critically Ill Patients	Olviero JJ	Revisión bibliográfica	2018, Methodist Debajey Cardiovascular Journal	Nivel de evidencia: 2b Grado de recomendación: B
Clarifications on Continuous Renal Replacement Therapy and Hemodynamics	Wang XT, Wang C, Zhang HM <i>et al.</i>	Revisión bibliográfica	2017, Chinese Medical Journal	Evidencia científica: 2a Grado de recomendación: B
Guía Clínica Española del Acceso Vascular para Hemodiálisis	Ibeas J, Roca-Tey R, Vallespín J, <i>et al.</i>	Revisión bibliográfica	2017, Nefrología	Evidencia científica: 1a Grado de recomendación: A

Técnicas de hemodiálisis	Fernández M, Teruel JL	Revisión bibliográfica	2017, Nefrología al día	Evidencia científica: 2b Grado de recomendación: B
Monitores de hemodiálisis y biosensores	Solozábal C.	Revisión bibliográfica	2017, Nefrología al día	Evidencia científica: 2b Grado de recomendación: B
Renal Replacement Therapy	Ricci Z, Romagnoli S, Ronco C	Revisión bibliográfica	2016, F1000 Faculty Reviews	Evidencia científica: 2a Grado de recomendación: B
Continuous Renal Replacement Therapy and Anticoagulation: What Are the Options?	Dirkes S, Wonnacott R	Revisión bibliográfica	2016, Critical Care Nurse	Evidencia científica: 3a Grado de recomendación: B
Regional citrate versus heparin anticoagulation for continuous renal replacement therapy in critically ill patients: a meta-analysis with trial sequential analysis of randomized controlled trials.	Liu C, Mao Z, Kang H, <i>et al.</i>	Metaanálisis	2016, Critical Care	Evidencia científica: 1a Grado de recomendación: A
Vascular access and extracorporeal circuit patency in continuous renal replacement therapy	González FJ, Galindo M, González C, <i>et al.</i>	Revisión bibliográfica	2016, Medicina intensiva	Evidencia científica: 2a Grado de recomendación: B
Terapia renal en pacientes con fracaso renal agudo en Unidad de Cuidados Intensivos, terapia de reemplazo renal continua, intermitente prolongada e intermitente: estudio de supervivencia.	Rizo-Topete LM, Arellano M, Hernández J, <i>et al.</i>	Estudio de cohorte retrospectivo	2015, Diálisis y trasplante: Sociedad Española de Diálisis y Trasplante	Evidencia científica: 2c Grado de recomendación: B
Application of Continuous Renal Replacement Therapy: What Should We Consider Based on Existing Evidence?	Hanafusa N	Revisión sistemática	2015, Blood Purification	Evidencia científica: 1a Grado de recomendación: A
Utilización de las terapias de depuración extracorpórea en los Servicios de Medicina Intensiva de Cataluña (España)	Aguirre H, Tomasa T, Navas A, <i>et al.</i>	Estudio de cohortes prospectivo	2015, Medicina Intensiva	Evidencia científica: 2b Grado de recomendación: B
Encuesta sobre el manejo del fracaso renal agudo y las técnicas de reemplazo renal en las unidades de cuidados intensivos españolas	Úbeda A, Herrera D, Gómez C.	Estudio transversal prospectivo	2015, Medicina Intensiva	Evidencia científica: 2b Grado de recomendación: B
Nursing essential principles: continuous renal replacement therapy	Richardson A, Whatmore J	Revisión bibliográfica	2015, Nursing in critical care	Evidencia científica: 2a Grado de recomendación: B
Accesos vasculares percutáneos: Catéteres	García S, Solozabal CA	Revisión bibliográfica	2015, Nefrología al día	Evidencia científica: 2a Grado de recomendación: B
The effect of specialized continuous renal replacement therapy team in acute kidney injury patients treatment	Kee, YK, Kim EJ, Park KS, <i>et al.</i>	Estudio de cohortes retrospectivo	2015, Yonsei Medical Journal	Evidencia científica: 2b Grado de recomendación: B
Anticoagulación en hemodiálisis	Herrero J	Revisión bibliográfica	2015, Nefrología al día	Evidencia científica: 2a Grado de recomendación: B
Terapias continuas de reemplazo renal en pacientes críticos con lesión renal aguda	Rugiero A, Navarro JL, López JE	Revisión bibliográfica	2015, Anales Médicos	Evidencia científica: 3a Grado de recomendación B
KDIGO clinical practice guideline for AKI.	KIDIGO AKI Workgroup	Guía clínica KDIGO	2012, ISN	Evidencia científica: 1a Grado de recomendación: A
Actuación en el fracaso renal agudo	Gañza FJ, Liaño F	Guía de las Sociedad Española de Nefrología	2007, Nefrología	Evidencia científica: 1a Grado de recomendación: A

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la calidad de las revistas mencionadas, se revisan dos indicadores: Journal Citation Reports (JCR), SCImago Journal & Country Rank (SJR), como se refleja en la (Tabla 3).

(Tabla 3). JCR y SJR Revistas y factores de impacto

Revista	JCR	SJR
American Journal of Emergency Medicine	1,290	0,604
Anales del sistema sanitario de Navarra	0,622	0,157
Anales Médicos	No incluida	No incluida
Blood Purification	1,919	0,789
BMC Nephrology	2,395	1,098
CHEST Journal	7,652	2,524
Critical Care Nurse	1,707	0,473
Critical Care	6,425	2,086
Chinese Medical Journal	1,596	0,52
Intensive Care Medicine	15,008	3,654
International Journal of Artificial Organs	1,133	0,406
JAMA Surgery	8,498	3,437
Kidney International Reports (Elsevier)	8,429	0,63
Medicina intensiva	1,755	0,28
Methodist DeBakey Cardiovascular Journal	No incluido	0,279
Nefrología / Nefrología al día	1,167	0,294
Nursing in critical care	1,173	0,514
Revista Seden	No incluida	0,197
Revista Brasileira de Enfermería	No incluida	0,23
Yonsei Medical Journal	1,564	0,649

Fuente: Elaboración propia

Se podría afirmar que la calidad de las revistas utilizadas es moderada.

5. RESULTADOS

Como se menciona anteriormente se utilizan una totalidad de 32 artículos en todo el trabajo cuyos resultados se esquematizan según los objetivos anteriormente mencionados:

5.1. Las técnicas continuas de depuración extrarrenal:

A partir de 15 documentos (*Tabla 4*), los cuales 3 son guías oficiales, 1 es un documento de consenso oficial y 11 son revisiones bibliográficas, se obtienen diferentes resultados:

(*Tabla 4*). Publicaciones relacionadas con aspectos teóricos.

Autores	Resultados
Gainza <i>et al.</i> ⁽¹⁾	Guía de actuación en el FRA dónde se mencionan aspectos técnicos y prácticos sobre el tratamiento sustitutivo renal en el paciente crítico.
KIDGO AKI Workgroup ⁽³⁾	Guía de práctica clínica de FRA en la que se hace referencia a la prevención, tratamiento, contrastes e intervenciones de reemplazo renal en forma de recomendaciones.
Lorenzo V <i>et al.</i> ⁽⁶⁾	Información esquematizada sobre los principios físico-químicos que regulan las terapias de sustitución renal.
Ricci <i>et al.</i> ⁽⁹⁾	Puesta al día de la terapia en cuanto aspectos técnicos y aplicación clínica de la misma.
Ibeas J <i>et al.</i> ⁽¹⁰⁾	Guía clínica española de acceso vascular para hemodiálisis en forma de recomendaciones.
García S <i>et al.</i> ⁽¹¹⁾	Actualización en cuanto a aspectos relacionados con accesos vasculares percutáneos para pacientes con algún tipo de hemodiálisis.
ADQI consensus group ⁽¹²⁾	Consenso establecido por los miembros de la ADQI sobre el soporte renal para FRA en el mundo desarrollado.
Pérez R <i>et al.</i> ⁽¹³⁾	Puesta al día en aspectos técnicos y de diseño de dializadores.
Martin MA <i>et al.</i> ⁽¹⁴⁾	Actualización sobre los dializadores y las membranas a utilizar.
Solozábal C ⁽¹⁵⁾	Puesta al día en cuanto a los monitores de hemodiálisis y los biosensores.
Richardson A <i>et al.</i> ⁽¹⁶⁾	Guía para la práctica enfermera en unidades de críticos esquematizada en 4 principios: la importancia del conocimiento teórico sobre la misma, el acceso vascular, la prevención de interrupciones y la prevención de complicaciones.
Fernández M <i>et al.</i> ⁽¹⁷⁾	Descripción de las diferentes técnicas; hemodiálisis, hemofiltración, hemodiafiltración, etc.
Tandukar S <i>et al.</i> ⁽¹⁸⁾	Puesta al día en técnicas de reemplazo renal continuo en el paciente crítico con FRA; principios físicos, diferentes técnicas, indicación, complicaciones y aspectos éticos.
Zha J <i>et al.</i> ⁽¹⁹⁾	Las técnicas continuas de reemplazo renal tienen beneficios y aumentan la supervivencia en paciente con FRA asociada a sepsis.
Hanfusa N. ⁽²⁰⁾	Puesta al día a partir de la evidencia existente en la técnica, sus indicaciones, su inicio y su prescripción, efectos adversos y fin de la misma.

5.1.1. Principios físicos

Existen 3 principios físicos que participan en la depuración:

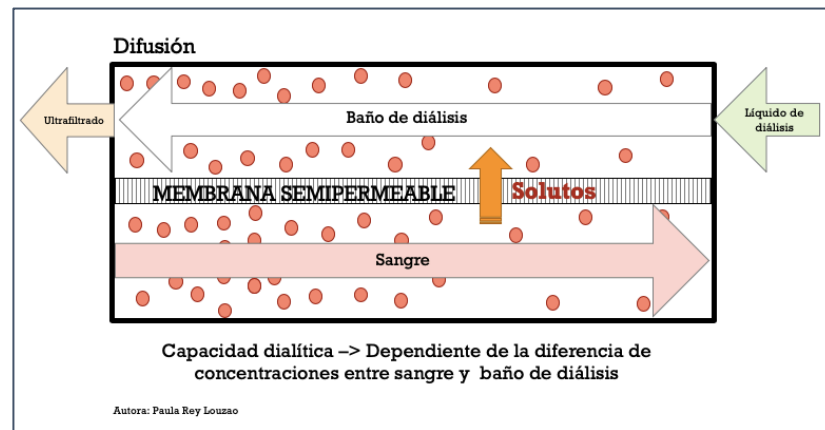
1. Difusión:

El intercambio de solutos se produce por la existencia de un gradiente de concentración entre el compartimiento sanguíneo y el baño de diálisis de hemofiltro, separados por una membrana semipermeable que representa la pared de cada uno de los capilares que lo constituyen. ⁽⁶⁾

(Figura 2) Este proceso se intensifica si el tamaño de la molécula es mayor, mayor sea el poro de la membrana, menor sea su grosor y mayor sea la diferencia de concentración a ambos lados de la misma. ^(6,9)

Requiere un líquido de diálisis que pasará por el lado opuesto a contracorriente del flujo de sangre, con la finalidad de mantener una diferencia de concentraciones durante todo el recorrido por el filtro y que, así, favorezca la salida de soluto de la sangre al baño de diálisis. Es útil en moléculas de pequeño tamaño, como el sodio, el potasio, la urea o la creatinina. ⁽⁶⁾

(Figura 2). Principio físico: difusión

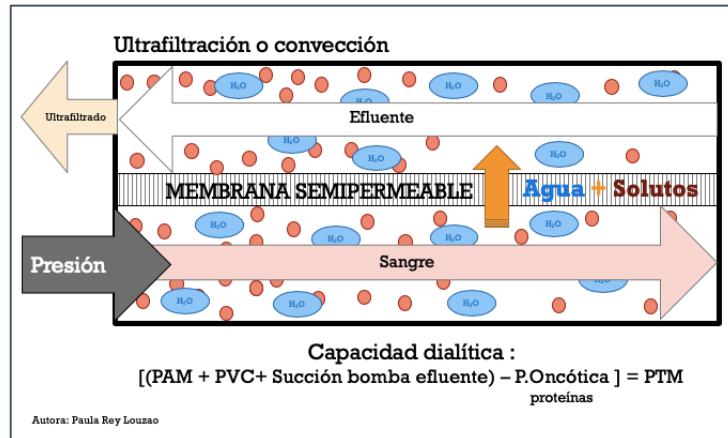


2. Convección o ultrafiltración:

El intercambio de solutos se produce por la existencia de un gradiente de presión (presión transmembrana PTM) entre el compartimento sanguíneo y el compartimento de ultrafiltrado o diálisis, produciéndose un paso de solutos de forma activa a través de una membrana. Es decir, es un paso simultáneo de agua y solutos. ⁽⁶⁾ (Figura 3)

Es útil para el transporte de moléculas de pequeño y mediano tamaño. Al no depender el flujo de una diferencia de concentraciones no se necesitaría un fluido en el lado opuesto a la membrana. Sin embargo, precisa de un líquido de reposición de características parecidas al plasma. ^(6,9)

(Figura 3). Principio físico: ultrafiltración o convección



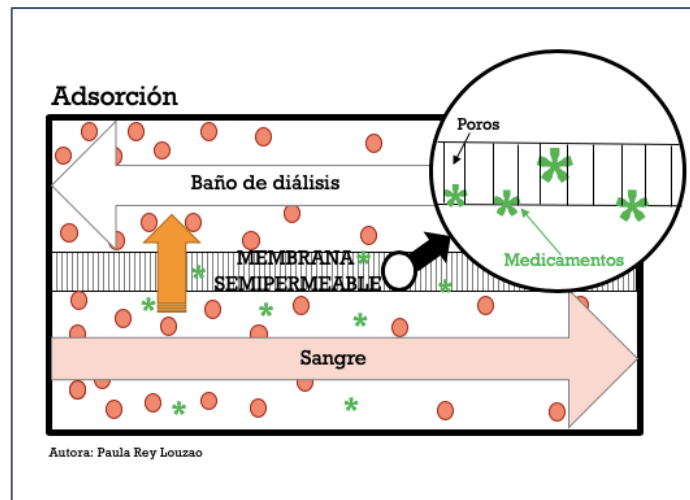
PAM: Presión arterial media. PVC: Presión venosa central. P. Oncótica: Presión transmembrana.

PTM: Presión transmembrana

3. **Adsorción:** Se refiere a la adherencia de solutos a en la membrana.

(Figura 4)

(Figura 4). Principio de adsorción



Por lo general, son membranas sintéticas las que tienen una mayor capacidad de adsorción. Esta propiedad tiene poca repercusión clínica, debido a que la superficie de la membrana es pequeña y que tienden a saturarse rápidamente en los primeros minutos u horas de tratamiento. Esta propiedad es de interés por su posible relación con la alteración añadida que puede producir en los niveles terapéuticos de algunas medicaciones. (6,9)

5.1.2. Partes de un circuito de depuración extracorpóreo

ACCESO VASCULAR: Se precisa un acceso vascular que proporcione un adecuado flujo de sangre. La elección de un buen acceso puede ser clave en la calidad de la terapia y en la vida del circuito. ^(10,11)

- **Localización:** La primera opción será el acceso yugular derecho que por su anatomía en forma de línea recta respecto a la izquierda, permite un mejor posicionamiento de los catéteres. ^(3,11,12) En caso de que no fuese posible este acceso, se optaría la otra yugular o cualquiera de las femoral, dejando en último lugar las subclavias. Aún así, para la elección del acceso deberán tenerse en cuenta otras necesidades del paciente. ^(3,9,10)

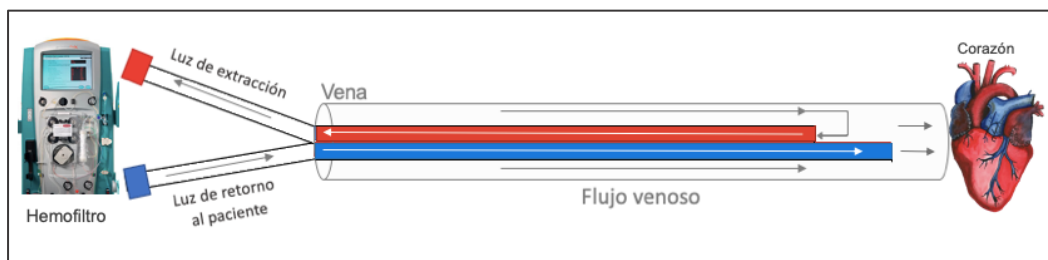
- **Tipo de catéter:** Se utiliza un catéter venoso central de doble luz en forma de doble D en el corte transversal (cañón de escopeta). Debe ser un catéter flexible, pero con la rigidez óptima para no acodarse, compuesto de un material biocompatible. Los materiales más adecuados son los el poliuretanos y la silicona por su flexibilidad, además de que son menos trombogénicos. ^(3,10,11)

El calibre del catéter actualmente utilizado 12-13 French y su longitud dependerá de la zona de inserción. En la vía femoral se usan catéteres de entre 20 y 24 cm de largo, que permiten alcanzar la vena cava inferior. En caso de vías yugulares o subclavias la longitud será menor, de entre 15 y 16 cm, que serán suficientes para llegar a la vena cava superior y evitar la recirculación. ^(10,11)

Este catéter cuenta con dos luces, una arterial, de extracción de sangre del paciente, y otra venosa, que devuelve la sangre limpia al paciente.

Como se observa en el (*Figura 5*) la línea distal del catéter (de color azul) es más larga. Por la línea más larga se devolvería la sangre limpia al paciente (luz venosa), y por la corta entraría en el sistema para filtrarse (luz arterial). La finalidad de esta diferencia es evitar la recirculación, es decir, evitar la reentrada en la línea arterial de sangre ya dializada, que volvería a depurarse produciéndose un aclaramiento de la misma. Es por eso que debe revisarse que las líneas hemáticas estén conectadas a las puertas del catéter que corresponden. ^(10,11)

(Figura 5). Catéter de dos luces



Autora: Paula Rey Louzao. Fuente: Protocolo DERC

LÍNEAS ⁽¹⁾:

- **Línea de entrada:** Lleva la sangre sin purificar desde el paciente hasta el filtro.
- **Línea de retorno:** Es la que lleva la sangre purificada desde el filtro al paciente.
- **Línea de reinyección o reposición:** Lleva el líquido de reposición desde la bolsa que lo contenga hasta el circuito sanguíneo. Puede ser antes del filtro (prefiltro) o después del filtro (postfiltro).
- **Línea de diálisis:** Lleva el líquido de diálisis desde la bolsa que lo contenga hasta la cámara de diálisis del hemofiltro.
- **Línea de efluente:** Lleva el volumen acumulado en la cámara efluente más, si se utilizase, el baño de diálisis del filtro a la bolsa colectora.

A lo largo de las líneas, dependiendo del modelo del aparato, habrá diferentes tomas de muestras de sangre. Suele haber dos en la línea de entrada y en la línea de retorno y son necesarias para la monitorización del funcionamiento de la técnica (niveles de sustancias, etc.). ⁽¹⁾

LÍQUIDOS:

- **Líquido de reposición:** El líquido de reposición se precisa cuando utilizamos el mecanismo de ultrafiltración tanto sólo como combinado. Con él se pretende reponer el volumen de líquido y solutos que no queremos que pierda el paciente. Para que la diálisis por este mecanismo sea eficiente se precisa remover una cantidad importante de volumen del enfermo (agua y electrolitos preferentemente). ^(1,6,9)

Su composición dependerá de las características del líquido de ultrafiltrado y, por lo general, tendrá una composición parecida al plasma.

Deberá contener los componentes necesarios para el paciente en una concentración que asegure el equilibrio, pero no deberá tener las sustancias que queremos eliminar. ⁽¹⁾

Este líquido puede aportarse en el circuito predilución, antes de la entrada de la sangre al dializador, o postdilución, al salir. La ADQI recomienda que se utilice la primera opción cuando existe un problema de coagulación frecuente del filtro (confirmando previamente niveles de anticoagulación y de presiones del circuito correctas) ^(3,11) Hay que tener en cuenta que al añadir el líquido de esta forma (predilución) se produce una dilución de la sangre que llega al dializador, con el consiguiente descenso de la concentración de solutos que queremos eliminar y, por tanto, un descenso ligero de la eficacia dialítica del sistema ^(1,2,3,12)

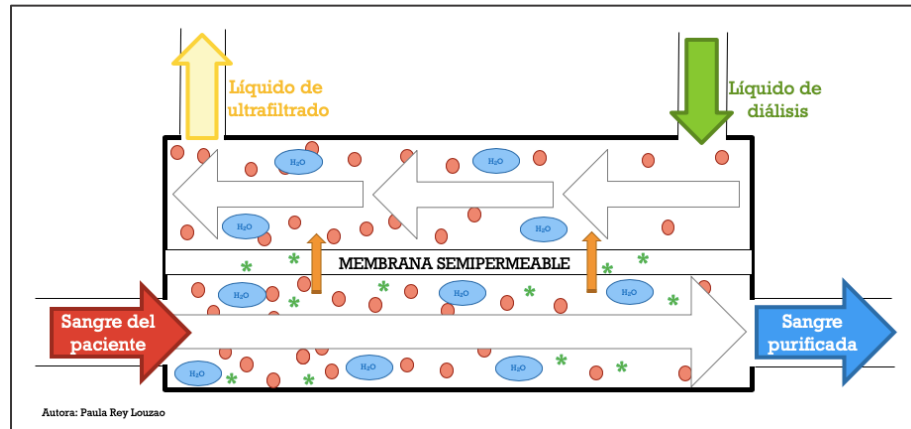
- **Líquido de diálisis:** Este líquido tiene una composición concreta que permite, mediante el mecanismo de difusión, eliminar de la sangre todos aquellos solutos que resultan tóxicos (urea, etc.). Las concentraciones requeridas serán, por lo tanto, clave en la composición del líquido de diálisis y dependerán del medio interno del paciente y de las correcciones deseadas. ^(1,6,8)

- **Líquido de ultrafiltrado:** Es el líquido con las sustancias nocivas o aquellas que queremos eliminar del paciente. ^(1,6,8)

DIALIZADOR

Es un componente con forma cilindra donde se lleva a cabo el intercambio de solutos. Está formado por múltiples capilares construidos con material semipermeable que en su conjunto constituirá la “membrana” que separa el compartimento sanguíneo del compartimento de efluente o líquido de diálisis del hemofiltro y, a través de la cual pasarán los líquidos y solutos que queremos eliminar. ^(1,13) (Figura 6) Está recubierta por un cartucho que la protege del exterior. ^(14,15)

(Figura 6). Esquema de un dializador



• Membrana:

Es semipermeable. El tamaño de sus poros está en torno a los 50.000 daltons por lo que solo permitirá el paso de líquidos y solutos de un peso molecular inferior (por ejemplo, en general, saldrá agua, electrolitos, urea, creatinina y no saldrán células y proteínas) ^(13,14)

Está construida por un material biocompatible y, a pesar de la mejoría conseguida en las fibras modernas, aún se pueden producir algunas respuestas de incompatibilidad que habrá que vigilar. ⁽¹⁴⁾.

Existen diferentes tipos: ^(1,13,14)

- 1. Membranas celulósicas:** Están compuestas de cadenas de polisacáridos con grupos hidroxilo libres, que contribuyen a su capacidad hidrofílica y a su bioincompatibilidad. El prototipo es el Cuprofán.
- 2. Membranas celulósicas modificadas:** En ellas se han sustituido grupos hidroxilo con el fin de mejorar su biocompatibilidad. Existen diversos tipos con porcentajes variables de sustitución (Hemofán, 1%; Acetato de celulosa 75% - 80%; Triacetato de celulosa, > 90%). Las más modernas, de triacetato de celulosa asimétrico, presentan una mayor permeabilidad con una elevada eficacia depuradora, lo que permite su adecuada utilización en la hemodiafiltración en línea.
- 3. Membranas sintéticas:** Derivan de plásticos especiales. Poseen una matriz esponjosa en el centro que aporta resistencia y que determina las propiedades difusivas de la membrana. Esta matriz está recubierta

por dos películas porosas que influyen en la capacidad convectiva o de ultrafiltrado de las mismas. Las membranas pueden ser hidrofílicas (policarbonato y etilen-vinil-alcohol (EVAL)), con menor trombogenicidad, o hidrofóbicas (polisulfona, polimetilmetacrilato) de alta o baja permeabilidad.

BOMBAS (1):

- **Bomba de sangre:** Encargada de impulsar la sangre a través del circuito.
- **Bomba de reinyección o reposición:** Infunde la solución de reposición antes o después del filtro.
- **Bomba de diálisis:** Infunde el líquido de diálisis en el compartimento del filtro destinado a este fin.
- **Bomba de efluente:** Controla el flujo de salida de líquido de ultrafiltrado al compartimento de efluente/diálisis en función de los volúmenes de extracción y/o de reposición que se hayan programado en la técnica.
- **Bomba de anticoagulación:** Controla el flujo de la solución anticoagulante.

SENSORES DE PRESIÓN (1,6,15,16):

El circuito debe de disponer de diferentes sensores de presión que ayuden a controlar el funcionamiento del mismo (*Figura 7*):

1. **Presión de arterial o de entrada:** Valor: Siempre negativo, entre -50 y -150mmHg.

El sensor de presión está en la línea aferente, entre el acceso vascular y bomba. Este sensor mide la presión con la que la bomba succiona la sangre del paciente. Su valor depende del estado y longitud de luz arterial del catéter, de la línea arterial pre-bomba y de la velocidad de la bomba de sangre. Si el valor es menos negativo de lo normal puede indicar una desconexión en la línea arterial. Si el valor es más negativo de lo normal puede indicar un problema de

obstrucción en la línea arterial (acordamiento, trombosis de la misma o efecto pared por contacto del catéter con la pared del vaso) o que la velocidad de la bomba de sangre sea demasiado alta.

2. Presión pre-filtro: Valor: Siempre positivo; entre 100 y 250mmHg.

Está situado entre la bomba y el filtro. Depende del flujo de la bomba de sangre y del estado del filtro. Si la presión es más positiva de lo normal puede indicar que el filtro esté coagulándose o que se haya aumentado de forma excesiva el flujo de la bomba de sangre, la presión venosa o post-filtro.

3. Presión del efluente: Valor: Puede ser positiva o negativa y, de hecho, cambia durante la vida del filtro, pero siempre en rango de 50 y -150mmHg.

Está en la línea de ultrafiltrado y mide la presión de salida del mismo. Su valor depende del flujo de extracción de ultrafiltrado programado en la máquina, de la velocidad de la bomba de sangre y de la cantidad de capilares sanos en el filtro. Cuando es positiva indica que el circuito funciona de forma correcta y se hace negativa cuando empiezan a coagularse capilares del filtro y/o se programa un flujo de extracción de ultrafiltrado excesivo en relación con el flujo de la bomba de sangre. Por lo tanto, es una presión que puede ir disminuyendo a lo largo de la terapia. Si llegase a valores negativos inferiores a -150mmHg nos indicaría que el filtro está coagulado y que habría que reponer el circuito.

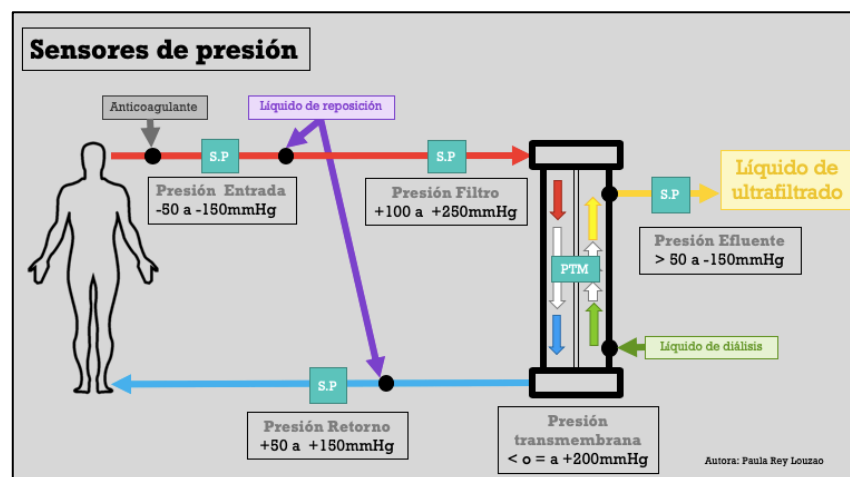
4. Presión transmembra (PTM): Valor: Puede ser positivo o negativo, pero siempre inferior a +200mmHg. Es la diferencia entre la presión (gradiente hidrostático) del compartimento del líquido de diálisis/efluente y el compartimento sanguíneo. Si el valor aumenta de forma persistente sin que haya habido cambios en las programaciones del equipo puede indicar que el rendimiento del filtro disminuye por coagulación del mismo y habría que valorar cambiarlo. Valores entorno

a 400-500mmHg alterarán sobre un riesgo de rotura de los capilares del hemofiltro.

5. Presión de retorno, post-filtro o venosa: Valor: Es siempre positiva, con valores entre +50 y +150mmHg.

Está entre el filtro y el acceso vascular, en la línea eferente, y mide la presión de la sangre que retorna al paciente. Depende el flujo de la bomba de sangre, del estado de la línea venosa y de la luz catéter. Si el valor disminuyese, podría indicar una desconexión de la línea venosa. Si aumentase podría indicar una obstrucción de la línea venosa (acodamiento o coagulación de la línea o del atrapa burbujas venoso).

(Figura 7). Sensores de presión



5.1.3 Modalidades de las TRRC

Las modalidades de las TRRC se definieron en 1995 en la Conferencia Internacional sobre técnicas continuas de reemplazo renal (TCRR), que tuvo lugar en San Diego. Aunque en sus inicios utilizaba un acceso arterio-venoso doble (arterial para extraer la sangre del paciente y venosa para retornarla), cuya fuerza impulsora de la sangre era generada por las propias presiones del paciente: PAM y PVC, en los años siguiente se produjeron diferentes avances técnicos en cuanto a los catéteres utilizados y los dispositivos mecánicos de apoyo. En la actualidad se utiliza un catéter veno-venoso. En este caso, la sangre se extrae y se devuelve

al paciente por un mismo catéter con doble luz implantado en una vena central. La fuerza que impulsa la sangre se impulsa en este caso mediante una bomba peristáltica incluida en un equipo diseñado a partir de modificaciones de los empleados en la diálisis convencional. (1,2,9,17)

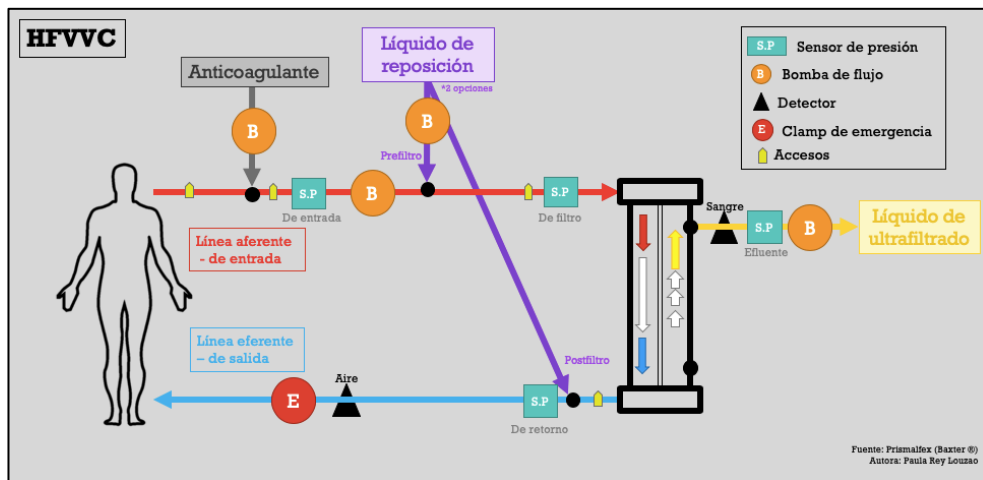
- **ULTRAFILTRACIÓN LENTA CONTINUA (SCUF)**

Esta modalidad se emplea exclusivamente en pacientes con sobrecarga hídrica resiste a diuréticos. Sólo se pretende eliminar un exceso de agua. (1,9,17,18) Se emplean flujos de sangre son bajos, que oscilan entre los 50-100ml/min y el ultrafiltrado es 2-5ml de ml/minuto. La capacidad dialítica es mínima.(17)

- **HEMOFILTRACIÓN CONTINUA (HFVVC)**

Esta técnica utiliza como base de su funcionamiento la convección o ultrafiltración. (Figura 8)

(Figura 8). Hemofiltración veno-venosa continua.



En este caso, la capacidad dialítica depende fundamentalmente del volumen de ultrafiltrado conseguido, que a su vez dependerá del gradiente de presión (PTM) generado entre el compartimento sanguíneo y el de efluente/diálisis del hemofiltro. El tipo de membrana y su superficie son otros de los factores que van a influir en el rendimiento de esta modalidad de TRRC. (1,2,9,17,18)

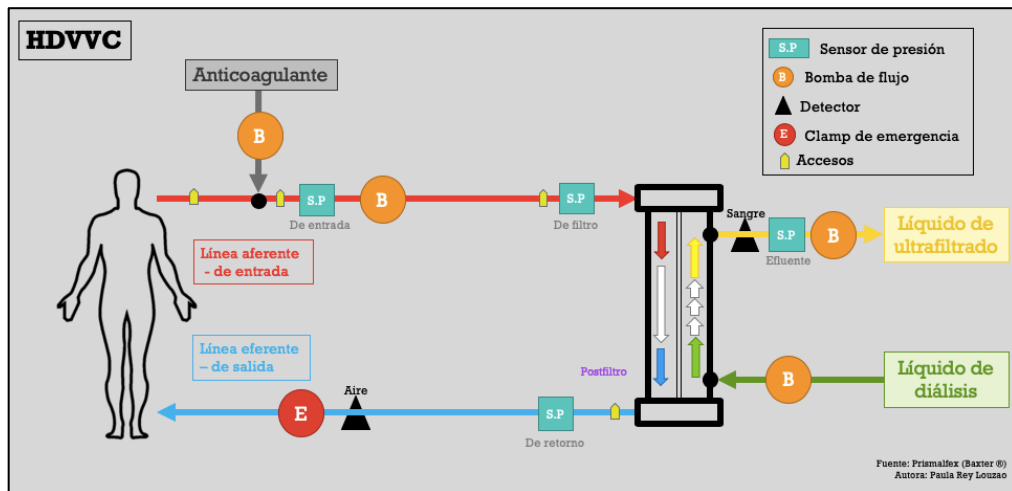
El volumen de ultrafiltrado generado para optimizar la capacidad dialítica de esta técnica excede las necesidades de pérdidas de fluidos del paciente,

por lo que es necesario reponer esa diferencia al objeto de mantener la volemia eficaz y la estabilidad hemodinámica del correcto del enfermo. Para ellos se emplean, antes o después del filtro, destinos tipos de líquidos de reposición cuya composición es similar al plasma, pero sin los solutos que se quieren eliminar. En técnica se suelen utilizar flujos de sangre de 100-200ml/min y 15-35ml/min de ultrafiltrado. (1,17,18)

- **HEMODIÁLISIS VENO-VENOSA CONTINUA (HDVVC)**

En esta modalidad se emplea como base de funcionamiento la difusión. La capacidad dialítica va a depender del gradiente de concentración generado entre el compartimento sanguíneo y el de efuente/diálisis. Para ello se infunde en este un líquido (baño de diálisis) con una composición similar a la del plasma pero sin los solutos que se quieren eliminar. Conviene recordar que la circulación de este líquido debe ser en relación con el flujo de sangre, para asegurar un gradiente de concentración durante toda longitud del filtro que permita mantener la capacidad dialítica del sistema. (1,9, 17,18) (Figura 9)

(Figura 9). Hemodiálisis veno-venosa continua.



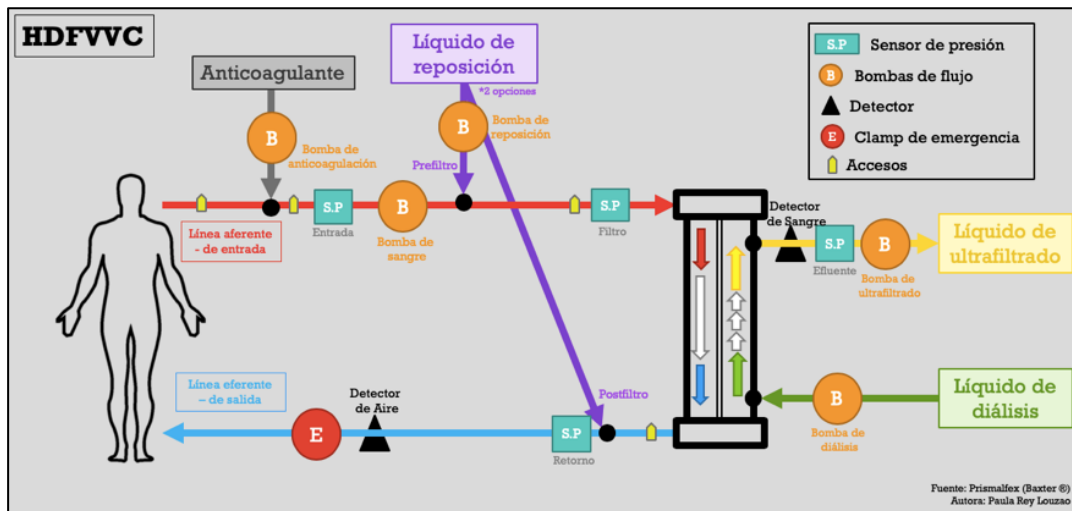
En este tipo de técnica la pérdida de líquidos del paciente a través de la membrana escaso y no suele precisarse la reposición de líquidos, aunque la decisión final dependerá del balance hídrico que interese conseguir en

cada individuo. (1,8,16,17) Esta modalidad utiliza unos flujos que oscilan entre los 50-200ml de sangre/minuto y 10-30ml de líquido de diálisis/min. (17)

- **HEMODIALFILTRACIÓN VENO-VENOSA CONTINUA (HDFVVC)**

Consiste en la combinación de las HFVVC y la HDVVC. (Figura 10) Es la forma de TRRC más eficaz tanto desde el punto de vista dialítico como del de manejo de líquidos del paciente. Con esta modalidad obtendríamos la eliminación de sustancias de bajo peso molecular (<500 daltons) mediante el mecanismo de difusión y la eliminación de solutos de mayor peso (>1000 daltons) por el mecanismo de convección. Las características de la membrana impondrían el límite superior de eliminación, que suele oscilar entre los 40.000-50.000 daltons. Al utilizar la ultrafiltración se hace necesaria la reposición de líquidos para un óptimo balance hídrico. (1,9,17,18)

(Figura 10). Hemodiafiltración veno-venosa continua.



Los flujos de sangre, ultrafiltrado y líquido de diálisis utilizados serán los nombrados anteriormente para cada técnica. De todas formas hay que tener en cuenta que el flujo óptimo de efluente o dosis de diálisis (ultrafiltrado más líquido de diálisis) para cada paciente oscilará alrededor de 25-35ml/kg/min en estos casos. (17)

En estos últimos años se han realizado modificaciones en estas técnicas con el fin de conseguir además de una adecuada capacidad dialítica, la

eliminación de otros solutos o mediadores que pudieran estar influyendo en la evolución de la enfermedad de base del paciente. Esta modalidad es conocida como **hemofiltración de alto volumen (HFAV)**. Requiere hemofiltros con mayores superficies de membrana y emplea volúmenes de efluente superiores a 35ml/kg/h. Uno de los campos en los que más se ha estudiado es en el grupo de paciente con FRA y sepsis. En el momento actual aún no se ha demostrado que su uso se acompañe de un beneficio claro. ^(1,19)

5.1.4 Indicaciones

Las indicaciones para el inicio de las TRRC son por lo general las mismas que las de las terapias de reemplazo renal convencionales (TRR) pero con la particularidad de que las terapias continuas se van a emplear exclusivamente en pacientes críticos. Será preciso usarlas tanto en sujetos con IRA de nueva aparición como en agudizaciones de una insuficiencia renal crónica (IRC) preexistente. ^(1,9,16)

- 1) Sobrecarga de volumen:** Un paciente con FRA pierde su capacidad para mantener un equilibrio hídrico. Además, el paciente crítico necesita un tratamiento que suele requerir de un aporte de volumen importante (fármacos, nutrición y productos sanguíneos). Cuando la sobrecarga de volumen compromete la función de órganos (corazón, pulmón, cerebro, etc.), las TRRC están indicadas. ^(1,16)
- 2) Acidosis metabólica:** Los pacientes con acidosis metabólica severa que requieran, para su corrección, un aporte excesivo de volumen con agentes alcalinos, pueden ser subsidiarios del empleo de TRRC. En general, se podría conservar esta alternativa en sujetos con niveles persistentes de pH < 7,2 y de bicarbonato sérico <15mmol/L. ⁽¹⁶⁾
- 3) Anomalías electrolíticas:** Aunque no es frecuente, en los pacientes críticos pueden darse alteraciones electrolíticas (hiperpotasemia, híper o hiponatremia, hipercalcemia e hiperfosfatemia) graves que lleguen a requerir el empleo de estas técnicas para su control de urgencia. A menudo no son solo consecuencia de un IRA, sino de su combinación con

otros factores agravantes (medicaciones, rabdomiolisis, etc.). La hiperpotasemia moderada-severa (Potasio Sérico > 6'5 mEq/l) es una de las que con más frecuencia obliga al uso de TRRC, especialmente cuando existen datos de cardiotoxicidad (alteraciones electrocardiográficas), que pueden preceder al desarrollo de arritmias de alto riesgo, y que no responden al tratamiento convencional. ^(9,17)

4) Uremia: El síndrome urémico se caracteriza por un conjunto de manifestaciones relacionadas con la disfunción de órganos que se va a producir como consecuencia de la acumulación en la sangre de productos tóxicos no eliminados por el riñón. Las complicaciones más comunes de la uremia son la encefalopatía, pericarditis, disfunción plaquetaria, déficits nutricionales, aumento de la susceptibilidad ante infecciones y sepsis, insuficiencia cardíaca y edema pulmonar. ⁽¹⁶⁾ La TRRC está indicada como tratamiento o como prevención de la aparición de estas complicaciones, pero el momento exacto de inicio aún es tema de debate. ^(1,15)

5) Eliminación de drogas y tóxicos: Las TRRC pueden estar indicadas como tratamiento complementario en caso de intoxicación por algunas sustancias (alcohol metílico, litio, el ácido valproico o la metformina, etc.) con el fin de acelerar su eliminación. La eficacia de estas técnicas en estos casos va depender del tamaño de las moléculas a eliminar, de su volumen de distribución y de su capacidad de unión a las proteínas. ⁽¹⁶⁾

5.1.5 Inicio y fin de la terapia con TRRC

La guía KDIGO indica el inicio cuando se comprometa la vida del paciente. Sin embargo, en el paciente crítico no se debe esperar a que se produzca esta situación. En estos enfermos se recomienda el inicio precoz de la técnica. Suele ser suficiente la confirmación de la no recuperación de una diuresis correcta tras la optimización de las medidas de soporte instauradas (volumen y aminas). De todas formas, en los últimos tiempos este aspecto está siendo revisado ya que existen trabajos que no han confirmado el beneficio de un inicio precoz. ^(3,11) Hanfusa N. ⁽²⁰⁾ encuentra controversia en cuanto a su inicio. En varios estudios observacionales elegidos para su revisión los pacientes que iniciaron la TRRC con niveles de urea menor

obtuvieron mejores resultados (70-150mg/dl frente a 150-200mg/dl). Varios metaanálisis que incluye en su trabajo demostraron también un aumento de la supervivencia en relación a un inicio temprano. Aún así las definiciones de inicio temprano son diversas y refiere que no hay conclusiones definitivas. Según algunas publicaciones incluidas en su revisión podría considerarse un nivel de urea igual o superior a 100mg/dl.

Es importante ajustar diariamente la dosis de diálisis a aplicar al paciente. Como norma, no es necesario mantener cifras de urea y creatinina absolutamente normales. Valores de urea entre 100 y 150 mg / dl, con iones y equilibrio ácido-base normales se consideran aceptables. Por lo general, se recomienda ir reduciendo progresivamente la dosis de diálisis diaria conforme aumenta la diuresis eficaz del paciente. Una vez que la producción de orina, de forma espontanea o facilitada con diuréticos, sea capaz de mantener las cifras de urea, iones y pH mencionadas, así como un balance hídrico adecuado a las necesidades del paciente, se podría suspender la técnica dialítica ^(3,18,20)

5.1.6 Complicaciones

Aunque inicialmente se refería a las complicaciones derivadas de la pérdida no deseada de determinadas sustancias (iones, nutrientes, etc.) Durante la aplicación de estas técnicas, más tarde, el concepto de “**dialitrauma**”, se amplió para englobar al conjunto de complicaciones que se pueden producir con su uso ^(17,20):

1. Derivadas del acceso vascular: La elección de un catéter de doble luz biocompatible, apropiado en calibre y longitud es el primer paso para prevenir este grupo de complicaciones. A continuación, tras implantarlo con la mayor asepsia, se debe asegurar su correcta fijación y permeabilidad, además de su mantenimiento y manipulación cuidadosos. Por otra parte, conviene seleccionar adecuadamente le lugar de implantación. Aunque está evidenciada teóricamente la utilización de la vena yugular derecha como vía de elección, estaremos condicionados por las posibilidades reales que nos permita el paciente, teniendo en cuenta sus riesgos particulares e incluso su comodidad. ^(17,18,20)

La infección y la trombosis del mismo son las principales complicaciones asociadas. Por ello, se mantendrá una vigilancia permanente en busca de signos o síntomas incipientes que nos indiquen su presencia (dolor, tumefacción, enrojecimiento). Incluso, la disfunción del catéter, monitorizada a través de la evolución de las presiones en las partes del circuito anteriores y posteriores al hemofiltro, podrá ser una forma de identificar problemas en el acceso.^(15,17,19)

2. Derivadas del aparato: Respecto a este apartado, uno de los aspectos más importantes a considerar es el mantenimiento de un flujo de sangre adecuado.^(14,15,16) Se sabe que con valores mayores de 100mL/min se reduce la posibilidad de formación de trombos en el circuito, siendo la velocidad óptima la comprendida entre 150 y 200mL/min. Velocidades más elevadas pueden empeorar la eficacia del tratamiento ya que, entre otras cosas, determinarán un aumento de la fracción de filtración y, con ello, aumentar el riesgo de coagulación del hemofiltro.^(16,17,20)

3. Trastornos hidroelectrolíticos: Van a ser el resultado de una selección inadecuada del balance hídrico diario que necesita el paciente (edemas o deshidratación) como de la composición de los líquidos de reposición o diálisis de forma que no se ajusten a las necesidades del paciente (hiper o hipopotasemia, hipofosfatemia, etc.).^(14,16)

4. Embolismo aéreo: La entrada de aire en el circuito puede acarrear consecuencias fatales para el paciente. Es consecuencia de un incorrecto cebado, de una desconexión o de una rotura producida en alguna parte del circuito. La vigilancia del detector de aire y del funcionamiento del “Clamp” de seguridad relacionado con el, instalados en el circuito, ayudará en este tipo de complicaciones.^(16,17)

5. Hipotensión: Es una complicación muy común durante este tipo de terapias. Habitualmente se debe a balances hídricos inadecuados o a coagulaciones frecuentes del hemofiltro, aunque muchas veces pero no siempre está directamente relacionada con la técnica. es preciso estar atento a otras posibles etiologías, por ejemplo, al riesgo de desarrollo de una sepsis.^(3,16,17)

6. Hipotermia: Es una complicación potencialmente frecuente ya que durante las TRRC hay un intercambio de gran volumen de líquidos y una pérdida de calor debida al paso de la sangre por el circuito extracorpóreo. El empleo de dispositivos de calentamiento de los líquidos infundidos o del circuito extracorpóreo ayudan a controlar el problema. Los principales síntomas son escalofríos, incremento de las demandas de oxígeno, vasoconstricción periférica y, en los casos más graves, arritmias cardíacas, y alteraciones de la coagulación. Conviene recordar también que esta tendencia a la hipotermia derivada de la técnica puede enmascarar la presencia de una sepsis. ^(16,17)

7. Relacionadas con la medicación: Durante el empleo de esta técnica se puede producir pérdida de alguna de las medicaciones administradas al enfermo. Cuanto menor sea su peso molecular y su unión a proteínas, mayor será la pérdida. En algunos fármacos, a este tipo de pérdida se va a sumar la producida por el proceso de adsorción a la membrana del hemofiltro. Siempre que sea posible, será necesario la monitorización de niveles de las medicaciones más importantes, como los antibióticos. También hay que considerar este factor a la hora de interrumpir la terapia, por la nueva modificación que se producirá en sus niveles. ^(16,18)

8. Derivadas de la anticoagulación: Con el fin de evitar la coagulación del filtro y del circuito se emplean distintas formas de anticoagulación. Al mismo tiempo, es necesario un ajuste estricto de la misma, tratando de evitar el riesgo de hemorragia. No siempre es fácil conseguir el equilibrio adecuado. ^(17,19,20)

5.2. Anticoagulación en TRRC

En cuanto a la anticoagulación, es un tema que ha sido muy revisado al largo de los años, se ha realizado un análisis de los resultados de 2 guías, 4 revisiones bibliográficas y 4 estudios de investigación. (Tabla 5)

(Tabla 5). Publicaciones que tratan sobre la anticoagulación en la TRRC.

Autores	Resultados
CKD Work Group ⁽³⁾	En cuanto a la anticoagulación, la guía recomienda el uso de citrato regional como primera opción en pacientes en los que no esté contraindicado y no utilizar heparinas si existe un riesgo de sangrado (recomendación grado 2C).
ADQI Consensus Group ⁽¹²⁾	En las terapias continuas se recomienda el uso de citrato regional como anticoagulante en pacientes con riesgo de sangrado o heparina en pacientes con riesgo bajo.
Dirkes S et al. ⁽²¹⁾	El citrato tiene mejorías significativas en comparación con la heparina, mejorando la vida medial del filtro y reduciendo el riesgo de hemorragia en pacientes sin fallo hepático. En relación a esto se destaca la importancia de que los profesionales de enfermería conozcan los protocolos de anticoagulación del mismo.
Herrero J ⁽²²⁾	Puesta al día en anticoagulantes en TRRC. No se especifica una anticoagulante de preferencia si bien nombra el uso de la heparina para el paciente con bajo riesgo de sangrado, el citrato es el recomendado en pacientes con alto riesgo de sangrado y sin contraindicaciones.
Sanz M, et al. ⁽²³⁾	Se observó a 50 pacientes que presentaron IRA con necesidad de TDEC en la UCI del a Clínica Universidad de Navarra. De estos pacientes se formaron dos grupos: uno de pacientes que reciben anticoagulación con HBP y otros que, por contraindicación, no reciben anticoagulación y se emplean en ellos lavados son suero fisiológico del circuito. El empleo de lavados periódicos con suero fisiológico se comportó como una medida viable, segura y eficaz obteniendo una supervivencia de los circuitos similar a la de pacientes anticoagulados con HNF, evitando los riesgos y costes asociados a la anticoagulación.
Liu C et al. ⁽²⁴⁾	Los autores realizaron una revisión a partir de 40 estudios que comparaban el uso del citrato y la heparina en adultos con fallo renal agudo que habían recibido terapias continuas de depuración extracorpórea. No se observa una diferencia en cuanto a la mortalidad entre los pacientes que habían sido anticoagulados con heparina o citrato regional, sí detectaron en estos últimos una vida media del circuito elevado y menor riesgo de sangrado, por lo que, este, debería ser de preferencia si no hubiese contraindicaciones.
Aragó S et al. ⁽²⁵⁾	Se realizo un estudio en un grupo de 54 pacientes con IRA ingresados en las UCI's del Hospital Clínica de Barcelona. Se comprará el uso y la seguridad de la heparina y del citrato. El citrato contribuye a una mayor vida media del filtro, tiene un riesgo de sangrado menor y presenta complicaciones que son prevenibles y tratables de forma rápida con la aplicación un protocolo. No encuentran diferencias significativas en cuando a la incidencia de hemorragia con ambos anticoagulantes.
González FJ, et al. ⁽²⁶⁾	En esta revisión se esquematizan y comparan diferentes estrategias que prolonguen la vida del cirucito de reemplazo renal continuo, prestando especial atención en el acceso vascular y la anticoagulación del filtro. El uso de citrato debería ser el elegido en todos los pacientes que no tuviesen ninguna contraindicación. En este caso, la heparina sería la segunda opción, dejando las otras opciones para pacientes con trombocitopenia inducida por la misma. Aún así, parecen necesitares más estudios para asegurar un uso sin riesgo y eficaz de la trombina o de los factores Xa. En todo caso, el uso de cualquier anticoagulante requiere el conocimiento y la aplicación de protocolos estrictos y un personal entrenado.
Klinge M, et al. ⁽²⁷⁾	La finalidad de este estudio era evaluar la influencia a nivel hepático en relación con las terapias de reemplazo renal continuo. Se llevó a cabo un estudio en 69 pacientes críticos con fallo hepático durante los meses de enero de 2009 a noviembre de 2012. Los autores no detectaron una correlación entre la acumulación hepática y los parámetros de la función hepática, considerando entonces, la existencia de un metabolismo extrahepático del citrato en paciente críticos cuyo funcionamiento del hígado está alterado. Sin embargo, recalcan la necesidad de estudios adicionales que confirmen la suposición.
Brain M, et al. ⁽²⁸⁾	Se encuentra mucha variabilidad en cuanto a la vida medial del filtro en la literatura en temas que no fuesen relacionados con la anticoagulación: el acceso vascular, la anticoagulación, el circuito y su vigilancia.

Fuente: Elaboración propia

El objetivo de cualquier método de anticoagulación va a ser evitar la coagulación del filtro y del circuito extracorpóreo con el menor efecto sistémico posible, a fin de reducir al máximo el riesgo de complicaciones hemorrágicas en el paciente. La tendencia a la coagulación del filtro va a estar relacionado con varios factores: el flujo sanguíneo, la viscosidad de la sangre, del diseño y la biocompatibilidad de la membrana, la activación de los mecanismos de hemostasia y el catéter empleado (3,12,21,22,23)

La activación de la cascada de coagulación puede ocurrir por vía intrínseca por mecanismos de contacto con la membrana, activándose el factor XII de coagulación, que a su vez activaría el factor X y consecuentemente todos los factores de coagulación que intervendrían en el proceso: factor XI, calicreína de alto peso molecular, precalicreína, factor VIII y IX. La coagulación también podría iniciarse por vía extrínseca por la liberación de mediadores tisulares. Ambos procesos finalizarían con la formación de cadenas de fibrina, que se polimerizarían y acabarían formando el coágulo. (3,12,23).

Es importante destacar que en aquellos pacientes con un elevado riesgo de hemorragia debido a, por ejemplo, una coagulopatía, el uso de anticoagulantes estará desaconsejado, pudiendo considerar otras opciones como la administración del líquido de reinfusión de forma predilucional con lo que se reduciría la viscosidad de la sangre y se prolongaría la vida de uso del hemofiltro. (3,12) De un modo similar, Sanz M, *et al.* (23) utilizando bolos intermitentes de suero de forma predilucional no observaron diferencias en el tiempo de supervivencia de circuito cuando la compararon con la de otros anticoagulados con heparina.

De todas formas, los métodos habitualmente empleados para prevenir la coagulación del filtro y circuito son los siguientes:

1. Citrato regional: Esta opción se ha convertido ya en una forma estándar de anticoagulación en los pacientes críticos con FRA que reciban TRRC en los que no exista ninguna contraindicación. (3,12,21,22,24,25,26)

Liu C *et al.*⁽²⁴⁾ realizan un metaanálisis en que observaron resultados significativos en cuanto a la vida media del circuito; de los grupos anticoagulados con citrato era 15,69h mayor que la del grupo de heparina. (95%IC, $p < 0,01$) Se observó menor riesgo de hemorragia, aunque la diferencia no fue tan significativa, y un menor riesgo de hipocalcemia.

Aragó S *et al.*⁽²⁵⁾ obtuvieron una duración mayor del filtro con citrato regional del grupo anticoagulado; con citrato el 33,3% de los sistemas habían llegado a las 72h mientras que sólo el 3,7% del grupo de heparina, resultados que fueron significativos (95%IC, $p=0,02$). Se sustituyeron el 33,3% de los circuitos anticoagulados con citrato por coagulación del filtro, mientras que en el grupo de la heparina se habían cambiado el 63% de ellos por ese motivo. Respecto al riesgo sangrado las diferencias no fueron significativas (95%IC, $p=0,537$) . La mortalidad total fue del 35,7%; 29,6% en los pacientes anticoagulados con citrato y 40,7% con heparina.

El citrato es un quelante del calcio que inhibe la cascada de coagulación en los pasos calcio-dependientes al formar complejos calcio-citrato. El metabolismo hepático del citrato puede dar lugar a una acumulación del mismo en caso de disfunción de este órgano y a la aparición de efectos adversos secundarios (alcalosis metabólica). De todas formas, Klingele M, *et al.*⁽²⁷⁾ no encontraron una acumulación significativa del mismo ni de efectos secundarios en un grupo de pacientes con disfunción hepática en los que se empleó esta anticoagulación durante las TRRC. Plantearon la posibilidad de que pudiese existir una vía extrahepática de metabolismo del citrato que limitaría la aparición de esta complicación. Cuando se usa citrato hay que tener en cuenta que se eleva el riesgo de hipocalcemia, por lo que es imprescindible la medición de los niveles de calcio en la entrada y en la salida del hemofiltro para administrar las dosis complementarias que eviten la aparición de esa complicación.^(3,12,21,22,23)

2. Heparina: Se usa heparina no fraccionada (HNF) o heparina de bajo peso molecular (HBPM).^(3,22)

- La HNF ejerce su efecto a través de la activación de la antitrombina con formación de complejos heparina-antitrombina. El efecto anticoagulante de

este tipo de heparina no es de fácil predicción y ello está haciendo que esté siendo sustituida por otras alternativas durante la aplicación de TRRC. (1,22)

- La **HBPM** es un derivado de la heparina no fraccionada que se obtiene mediante degradación enzimática o química. La principal ventaja respecto a la HNF es que esta es más selectiva con un efecto anticoagulante más predecible y con una vida media más larga. Junto con el citrato puede ser una alternativa a la HNF en grupos seleccionados de pacientes. (1,12,22,23)

3. Prostaciclina (Prostaglandina I₂): La prostaciclina es una proteína paracrina que es segregada por las células vasculares y actúa inhibiendo la agregación plaquetaria y vasodilatando los vasos arteriales y venosos relajando las células del músculo liso. Por ello, puede desencadenar una hipotensión, motivo por el que está en desuso, aunque no es infrecuente que se utilice combinado con dosis reducidas de heparina. (1,3,12,22,26)

4. Inhibidores de la trombina: Inhiben la trombina libre unida al coágulo. Son útiles en trombocitopenias inducidas por la heparina. (1,22,26) El inconveniente más destacable es su elevado coste y su depuración en el hígado. Además, hay muchos estudios en humanos sobre ellos. (11,22,27)

Aún así hay muchos otros factores que afectan a la anticoagulación del circuito; los flujos de la terapia y el acceso vascular, como anteriormente se nombra y, la vigilancia del sistema, en el cual la enfermera tiene un gran papel. (28)

5.3. Eficacia de las TRRC

Para analizar la eficacia de las TRRC se revisan 2 guías clínicas, 3 revisiones bibliográficas y 5 estudios de investigación; de los cuales en 3 se valora la efectividad de la técnica, en 1 se comparaba su efectividad frente a técnicas intermitentes y en el restante se encuesta a equipos médicos sobre diferentes aspectos de las TRRC. (Tabla 6)

(Tabla 6). Publicaciones relacionadas con la eficacia de las TRRC.

Autores	Resultados
CKD Work Group ⁽³⁾	Las TRRC son las más adecuadas para pacientes con FRA hemodinámicamente inestables, (grado de recomendación 2b) o c con FRA y edema cerebral (grado de recomendación 2b).
ADQI Consensus Group ⁽¹²⁾	Las terapias continuas presentan mayores beneficios que las técnicas intermitentes en pacientes con sintomatología crítica y/o con inestabilidad hemodinámica.
Hanafusa N ⁽²⁰⁾	Las TRRC tienen menos efectos hemodinámicos en el paciente comparado con las técnicas intermitentes y tienen un mejor control del volumen y tienen menos riesgo de desarrollar un edema cerebral en el paciente. Aún así, requieren mayores dosis de anticoagulante.
Wang XT, <i>et al.</i> ⁽²⁹⁾	Se destaca la efectividad y la importancia de la técnica no sólo como reemplazo del órgano, si no también como una importante terapia hemodinámica en el paciente crítico en los cuales permite asegurar una estabilidad cardiocirculatoria que no se conseguiría con otro tipo de técnicas.
Olivero JJ ⁽³⁰⁾	Las TRRC proporcionan una mejor estabilidad hemodinámica. Las técnicas intermitentes no son viables en el paciente crítico inestable.
Tomas T, <i>et al.</i> ⁽³¹⁾	Se realiza el seguimiento durante 90 días a 261 pacientes de 21 hospitales de Cataluña, mayores o de 16 años que estuviesen ingresados en UCI's y tratados con TRRC. La mortalidad aumenta con un inicio más tardío de la terapia y el 85% de los pacientes habían recuperado la función renal al alta.
Tatum JM, <i>et al.</i> ⁽³²⁾	Se realiza el seguimiento de 108 pacientes en una UCI de Los Ángeles (California). De ellos, 55 son ingresados en la unidad para ser posteriormente intervenidos de un trasplante de hígado (grupo pretrasplante) y los 53 restantes son ingresados tras ser intervenidos de algún tipo de cirugía a excepción de cardíaca (grupo cirugía). Los autores consideran las TRRC valiosa en pacientes quirúrgicos con indicación, aunque encuentran que la supervivencia disminuye con su el aumento de su duración.
Aguirre H, <i>et al.</i> ⁽³³⁾	Se seleccionaron 36 pacientes críticos ingresos en UCI's de la Cataluña que requirieron TRRC. Se prefiere la técnica continua frente a la intermitente en este tipo de pacientes, sin depender del estado hemodinámico. Se observa mejoría de la inestabilidad del paciente con el uso de TRRC.
Úbeda A <i>et al.</i> ⁽³⁴⁾	Los autores realizaron un estudio en las UCI's de España mediante encuestas de 28 preguntas que fueron enviadas a un total de 99 jefes de unidades. De ellas, 51 personas participaron. De entre los diferentes aspectos preguntados se obtuvieron diferentes resultados de entre los que destaco: la terapia era eficaz para los facultativos, la mayoría veía una necesidad de una mayor protocolización escrita, hay una ausencia de un consenso en cuanto al inicio y cese, y que la técnica era de notable interés por parte de los equipos de cuidados intensivos.
Rizo-Topete LM <i>et al.</i> ⁽³⁵⁾	Se realiza un estudio en 33 pacientes ingresados en la UCI durante el periodo de tiempo de marzo del 2009 a junio de 2012. De esos pacientes se dividen en los que reciben terapias continuas, intermitentes o híbridas. Los autores no encuentran diferencias significativas de que haya una supervivencia mayor en pacientes con terapias continuas.

Fuente: Elaboración propia

Aunque las técnicas intermitentes son más eficaces por unidad de tiempo que las continuas, su uso en los pacientes críticos se ve limitado por la mala tolerancia hemodinámica que se observa con frecuencia. Precisamente, este fue el primero y más importante de los beneficios percibidos con las técnicas continuas. Con ellas se pudo mantener correctamente dializados a pacientes en situación de shock, algo complicado especialmente por los

altos flujos de sangre requeridos en las modalidades intermitentes.
(3,10,12,20,29,30) (Tabla 7)

(Tabla 7). Comparación de terapias de reemplazo renal: continua e intermitente⁽²⁰⁾

	Ventajas	Desventajas
Terapia continua (24h al día, 7 días de la semana)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estabilidad hemodinámica. 2. Mejor tolerancia si hay disfunción cerebral o respiratoria 3. Eliminación progresiva de solutos y mejor control de volumen 4. Posibilidad nutrir al paciente de forma más estable 5. Eliminación de grandes solutos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necesidad de anticoagulación y a consecuencia mayor riesgo de sangrado. 2. Mayor coste 3. Mayor carga de trabajo para el personal. 4. Terapia continua: necesidad prolongada de inmovilidad del paciente.
Terapia intermitente (3-6h al día 2-3 días a la semana)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Corta duración 2. Menor necesidad de anticoagulación. 3. Más eficiencia dialítica por unidad de tiempo 4. Necesidad de inmovilización menor. 5. Flexibilidad de uso. 6. Menor coste y menor carga de trabajo para el personal. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gran impacto e inestabilidad hemodinámica. 2. Más riesgo de diálisis-dependencia. 3. Terapia intermitente 4. Control fluctuante del medio interno y del balance hídrico del enfermo. 5. Limitación de eliminación de grandes solutos.

Además, también se han reportado el beneficio con el uso de la terapia continua en pacientes con síndrome de distrés respiratorio o con lesión cerebral severa acompañada de edema cerebral, algo que no se había objetivado con la diálisis intermitente.^(3,12,20) Aún así, las técnicas continuas requieren unas dosis mayores de anticoagulantes, y por lo tanto un mayor control del riesgo de hemorragia en el grupo de pacientes críticos por parte de los profesionales que manejan la técnica.^(3,20,29)

En los estudios realizados en pacientes críticos que reciben la terapia continua^(31,32,33) los autores encuentran resultados óptimos en cuanto a la efectividad en la hemodinámica del paciente. Tomasa T, *et al.*⁽³¹⁾ obtienen un porcentaje del 85% de recuperación renal en los pacientes que sobreviven, y relaciona la mortalidad del resto con un inicio tardío de la terapia (IC 95%, $p=0,0016$). Tatum JM, *et al.*⁽³²⁾ observaron una relación significativa entre la mortalidad y la duración de la técnica, siendo mayor en

los grupos que la reciben más días de terapia. ($p=0,04$) En la encuesta realizada a facultativos de las UCI's españolas, estos valoran la terapia como eficaz y segura en su campo de trabajo y es la primera elección. ⁽³⁴⁾ Rizo-Topete LM *et al.* ⁽³⁵⁾ no encuentran resultados significativos en cuanto a la supervivencia de la técnica continua en los pacientes críticos frente a la intermitente, obteniendo % de supervivencia similares para los pacientes estudiados de los grupos (28,6% para las TRRC, 33,3% para las intermitentes y 16,7% híbridas).

5.4. Papel de la enfermería en TRRC

Se referencia al papel del personal sanitario y de la enfermera en 4 publicaciones; 1 guía, 1 revisión bibliográfica y 2 estudios de investigación: uno cuantitativo y otro cualitativo. (Tabla 8)

(Tabla 8). Publicaciones relacionadas con la enfermería en la TRRC.

Autores	Resultados
ADQI Consensus Group ⁽¹²⁾	Se recomienda que para llevar a cabo de la terapia se disponga de un equipo especializado y formado en cuanto a la terapia durante todo el funcionamiento de la misma.
Richardson A. <i>et al.</i> ⁽¹⁶⁾	Los profesionales de enfermería tienen labores muy importantes en el tratamiento de sustitución renal continuo: la evaluación continua de las indicaciones, asegurar un acceso vascular óptimo, la evitación de interrupciones innecesarios y la prevención de complicaciones. Destacan estas técnicas como una ocupación en la que la enfermera tiene una responsabilidad desde su inicio hasta su final.
Kee, YK, <i>et al.</i> ⁽³⁶⁾	Se observan 551 pacientes críticos ingresados en la UCI que recibieron TRRC y se establecieron dos grupos. En uno de la terapia era llevada a cabo por un equipo especializado en la misma y en otro era llevado a cabo por el personal de la unidad que no estaba especializado Hay diferencias significativas en cuanto a la duración de los filtros, el control de complicaciones, la utilización y control del monitor y el control de la anticoagulación, obteniendo resultados peores en el grupo no formado.
Ribeiro B, <i>et al.</i> ⁽³⁷⁾	Se observa una inseguridad tanto personal como a la hora de manejar la terapia en enfermeras y personal con poca experiencia o sin formación específica al respecto.

Fuente: Elaboración propia

Richardson A *et al.* ⁽¹⁶⁾ establecen cuatro labores que albergan todos los cuidados de enfermería en la terapia, esenciales para asegurar un funcionamiento óptimo de la misma; es imprescindible conocer la terapia y su indicación, asegurar un acceso vascular óptimo, evitar interrupciones de la misma y prevenir complicaciones. Con respecto a esto, Kee, YK, *et al.* ⁽³⁶⁾ estudiaron la importancia del nivel de formación del personal en el manejo de las TRRC y observaron unos resultados significativamente mejores para el personal especializado; menos horas de interrupción de la

terapia al día (3,2h frente a 5,2h en los grupos no especializados, $p=0,0002$), mejor control de las complicaciones y de la anticoagulación (el grupo llevado por personal especializado precisó menos transfusiones $p=0,011$), y menor duración de la terapia (4 días frente a 7, de media, $p=0,033$). Los resultados en cuanto a la mortalidad también presentaron diferencias significativas; 55,3% de los pacientes del grupo de personal especializado frente al 69,5 en no especializado. ($p=0,031$). En concordancia con estos resultados, los miembros de la ADQI recomiendan también la necesidad de un equipo especializado y formado en la terapia. (12)

Abundando en este aspecto, Ribeiro B, *et al.* (37) observaron que la falta de formación de los profesionales se acompañó de inseguridades a la hora de manejar la técnica y de resolver los problemas que se presentaban, lo que podría repercutir negativamente en la seguridad de los pacientes, reforzando con ello la necesidad de una correcta formación teórico y práctica del personal encargado de las TRRC. Los aspectos en los se demostraron más inseguridades fueron la resolución de situaciones inesperadas y alarmas, la preparación del sistema y la programación de parámetros.

5.4.1. Cuidados de enfermería en las TRRC:

De acuerdo con la bibliografía revisada y siguiendo las recomendaciones propuestas por Richardson a. *et al.* (15) en su trabajo podríamos resumir, de una forma práctica, el papel del profesional de enfermería durante la aplicación de las TRRC en:

1) EVALUACIÓN CONTINUA DE LA TÉCNICA:

El conocimiento del equipo que se va a utilizar es el primer paso imprescindible antes de la puesta en marcha.

- **Vigilancia del flujo sanguíneo:** Se han de conocer los márgenes de flujo que se usan habitualmente.

Ante un flujo sanguíneo inadecuado deben tomarse diferentes medidas:

1. Comprobar que no existe ningún “Clamp” o acodadura en todo el circuito.
 2. Comprobar que la posición del paciente en relación con el catéter utilizado no dificulta su funcionamiento.
 3. Asegurarse de que el flujo de la bomba de sangre se ajusta al programado es adecuado para conseguir los objetivos dialíticos deseados y que puede ser admitido por el estado del sistema. Una velocidad de bomba adecuada, puesto que velocidades superiores a las recomendadas pueden provocar succión en la pared vascular.
 4. De forma puntual, si no hay otra alternativa, se puede valorar la reversión de las líneas de acceso y de retorno. Existen algunos estudios que encuentran que puede ayudar a prolongar la vida del circuito sin un detrimento significativo de la eficacia dialítica pese a la recirculación que se produce.
 5. Considerar el cambio del acceso venoso si se considera el origen del mal funcionamiento.
- **Vigilancia de las presiones:** El tipo de alarma que se pone en marcha ayuda a localizar el origen del problema (pre-filtro, filtro o post-filtro). En general, la presión de acceso es negativa para conseguir una extracción de sangre del paciente, y una disminución va a indicar una caída del flujo en la línea arterial. De igual modo, la presión retorno es positiva con la finalidad de devolver la sangre al paciente y un aumento indica una dificultad en la línea venosa.
- 2) EVITAR INTERRUPCIONES NO DESEADAS:** La causa principal de interrupción de la terapia es la coagulación de alguna de las partes del sistema (filtro, líneas arterial y venosa o acceso vascular). En este sentido, prestaremos especial atención a lo siguiente:
- **Asegurar una velocidad de bomba sanguínea adecuada:** Los flujos de sanguíneos lentos, especialmente por debajo de 100 l/min, van a facilitar la formación de trombos en el circuito. Por ello, salvo

excepciones, conviene mantener una la velocidad de la bomba en el rango de 150 - 200 ml/min.

- **Prevención de la coagulación del filtro:** El aumento de las presiones y/o el depósito de fibrina en cualquier parte del circuito suelen ser los precursores de la aparición de este problema. También, la aparición de fenómenos de cavitación (movimientos o “saltos” bruscos) de las líneas del sistema puede ser otra forma de presentación. Cuando se observen estos fenómenos, una vez descartadas otras causas que lo justifiquen, nos aseguraremos de que el Rango de Anticoagulación del paciente está dentro de los límites establecidos o, en su caso, de valorar la necesidad de modificarlo (*Tabla 9*).

(Tabla 9). Acciones preventivas de complicaciones de la anticoagulación en TRRC

Heparinas	Medición regular del tiempo de tromboplastina parcial (TTP)
Citrato regional	Monitorización de electrolitos, pH, calcio sérico y corrección del mismo según el protocolo establecido.
Ausencia de anticoagulación	De forma excepcional, si el paciente tiene un riesgo elevado de sangrado y la anticoagulación está contraindicada podría considerarse la administración del líquido de reinfusión o el empleo de bolos intermitentes de suero de forma predilucional junto con el recambio precoz del hemofiltro. En estos casos , la vigilancia del sistema y del paciente ha de ser aún más rigurosa de lo habitual.

Fuente: Elaboración propia

En los casos en los que el proceso de coagulación haya dañado el funcionamiento del hemofiltro de forma importante e irreversible, antes de la pérdida definitiva del mismo, hemos de considerar la posibilidad de reinfundir al paciente la sangre contenida en el sistema. Para ello haremos un “lavado” del mismo mediante la infusión de suero salino (300 – 500 l).

3) PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA COMPLICACIONES

En esta sección recordaremos los aspectos más importantes:

- **Derivadas del acceso vascular:** En relación con esto, la prevención de la infección cobra especial relevancia. En este sentido tendremos en cuenta que: debe de ser utilizado exclusivamente para esta terapia; ha de

tener un vendaje estéril, transparente y semipermeable, que permita ver el lugar de inserción, y debe de cambiarse cada 7 días o antes si estuviese manchado; y, por último, las manipulaciones han de llevarse a cabo utilizando una técnica aséptica.

- **Balance electrolítico y metabólico**: La comprobación periódica de que la composición de los líquidos de reposición y de diálisis, además del balance hídrico programado, son los adecuados al estado del paciente es fundamental. Para ello será necesario realizar, por supuesto, los controles analíticos pertinentes.
- **Inestabilidad hemodinámica**: La coagulación frecuente de los sistemas y un balance hídrico inadecuado son las causas principales de su aparición. Pero, por su gravedad, hemos de estar siempre atentos a la posibilidad de que su causa real sea la presencia de una sepsis.
- **Hipotermia**: Los hemofiltros actuales cuentan con calentadores que rodean el sistema para calentar los líquidos que van a entrar en el paciente y así prevenir la hipotermia. La mayoría de la bibliografía recomienda la medición periódica de la temperatura corporal (alrededor de cada 4 horas), el calentamiento y ajuste de la temperatura de los fluidos antes de ingresar en el circuito y el uso de mantas térmicas o de dispositivos de aumenten la temperatura ambiente.
- **Nutrición**: La bibliografía revisada recomienda la medición periódica de la temperatura corporal del paciente (alrededor de cada 4 horas). Para mantenerla en niveles normales podremos recurrir a dispositivos de calentamiento de los fluidos empleados antes de ser infundidos o de calefacción del circuito extracorpóreo, al uso de mantas térmicas o de otros dispositivos de aumenten la temperatura ambiente.

6. DISCUSIÓN

Las TRRC son técnicas con aspectos teóricos extensos y complejos, cuyo conocimiento es esencial para ser llevadas a cabo con total seguridad.

La **vida media del circuito** es un aspecto importante en las TRRC, pues una interrupción indeseada tiene consecuencias importantes para el

paciente. La **anticoagulación** es un aspecto relevante para llevar a cabo la terapia, del cual existen muchas publicaciones. (Tabla 5)

Tanto la guías KDIGO⁽³⁾ como el documento de consenso realizado por la ADQI⁽¹²⁾ recomiendan el **citrato** regional como método anticoagulante en pacientes con ausencia de coagulopatía y de contraindicaciones para su uso. El uso de citrato aumenta la vida del circuito, disminuye el riesgo de hemorragia y evita el riesgo de trombocitopenia de la heparina. Aún así este anticoagulante se asocia a más riesgo de desequilibrios electrolíticos y ácido-base, que aún así, tienen un mecanismo de prevención conocido.^(24, 25, 27, 28) Los estudios respaldan este dato, obteniéndose mejores tasas de supervivencia del circuito con su uso frente a la heparina: Liu C *et al.*⁽²⁴⁾ refieren una duración de casi 16h mayor del mismo. Aragón S *et al.*⁽²⁵⁾ observan una frecuencia de sustitución del circuito por coagulación del doble en el grupo de las heparinas y una supervivencia a las 72h un 29,6% mayo en el grupo del citrato. En cuanto a la metabolización de las sustancias resultantes de la descomposición del citrato regional en el hígado, Klingele M *et al.*⁽³⁴⁾ valoran la posibilidad de una metabolización extrahepática del mismo, pero deberían de llevarse a cabo más estudios al respecto. González FJ *et al.*⁽²⁶⁾ y Brain M *al.*⁽²⁸⁾ destacan además de la anticoagulación otros factores como los cuidados del catéter y el control del sistema como método de prolongación del circuito.

La **eficacia** de las TRRC es tema de estudio y se hace referencia a ellas en guías y manuales. (Tabla 6) Hay una evidencia clara que demuestra que las **TRRC** son altamente **recomendables para el paciente crítico**, con fallo renal agudo e inestabilidad hemodinámica, disfunción respiratoria o cerebral severa, como se recoge en la guía KDIGO⁽³⁾ y como consensuan los miembros de la ADQI⁽¹²⁾. Otras revisiones como las de Hanafusa *et al.*⁽²⁰⁾, Wang XT *al.*⁽²⁹⁾ y Oliveiro JJ⁽³⁰⁾ concluyen con que las terapias continuas presentan beneficios significativos frente a las intermitentes en cuanto a la depuración renal; beneficios en cuanto a la supervivencia y a la estabilidad hemodinámica. Tomasa T *al.*⁽³¹⁾ relacionan una mejoría de los resultados de la técnica con un inicio temprano. Si bien no se priorizó esto

un tema de discusión en esta revisión, es un factor interesante, del cual se precisan más estudios. En cuanto al estudio de Tatum M, *et al.* ⁽³²⁾ deberían realizarse más publicaciones que estudien la duración de la técnica y su relación con la mortalidad, puesto que además lo autores refieren haber presentado limitaciones en trabajo.

Los estudios cuantitativos seleccionados, que proceden de diferentes países, han descrito una respuesta óptima al tratamiento continuo en pacientes críticos y todos los autores concluyen que es una técnica beneficiosa para el paciente crítico con FRA. ^(32,33,34)

Respecto a la **responsabilidad de la enfermera en las TRRC** (Tabla 8), todas las publicaciones resaltan la importancia de la formación del personal sanitario, bien refiriéndose en general o específicamente de enfermería ^(12,16,36,37) , y dos de ellas resaltan específicamente la importancia de su labor en las terapias. ^(16,36) Kee, YK *et al.* ⁽³⁶⁾ mostraron resultados muy significativos entre un grupo personal especializado frente a uno no especializado: menos horas de interrupción (2h más en el grupo no especializado), mejor control de las complicaciones y acortamientos en el tiempo necesario de tratamiento (3 días más de TRRC en el grupo no especializado). Además la mortalidad fue significativamente menor el grupo especializado (14,2% menos). Por esto, un equipo especializado y formado va a contribuir positivamente al éxito de las TRRC. Llama la atención el estudio que realizan Ribeiro B *et al.* ⁽³⁷⁾ en cuanto a la seguridad no sólo para el paciente si no también para la propia seguridad personal, por lo que ven necesaria la **formación y especialización de enfermería** de cuidados críticos.

7. CONCLUSIONES

Una vez completado el análisis de la revisión bibliográfica realizada para la elaboración de mi Trabajo de Fin de Grado, las conclusiones relevantes se podrían resumir de la forma siguiente:

Las TRRC han supuesto un importante paso adelante en el manejo del FRA que se puede presentar en el paciente crítico. Son mejor toleradas que otras alternativas dialíticas usadas hasta su aparición (Diálisis Peritoneal y

Hemodiálisis Intermittente), especialmente por los pacientes con inestabilidad hemodinámica y disfunción respiratoria o cerebral severa.

Aplicando en cada momento la modalidad más adecuada al paciente (UFVVLC, HFVVC, HDVVC o HDFVVC) y ajustando la dosis de diálisis utilizada han demostrado ser, al menos, tan eficaces y seguras como sus alternativas. Pero además, entre otros, tienen el beneficio de permitir un ajuste fino y continuo del balance hídrico en estos pacientes, algo relevante a la hora manejar la disfunción de órganos u otros aspectos como su correcta nutrición.

El empleo de una pauta de anticoagulación ajustada a las características del enfermo es imprescindible. La durabilidad de los sistemas y la aparición de complicaciones relacionadas (coagulación del hemofiltro, hemorragias, trombopenia, etc.) mejorarán de forma significativa. En este sentido, el empleo de Citrato es ya una alternativa estándar de anticoagulación en este tipo de pacientes.

El profesional de enfermería juega un papel fundamental en la puesta en marcha y mantenimiento de las TRRC, además de en la prevención de las complicaciones potencialmente relacionadas con ellas. Es indispensable una correcta formación teórica y práctica de todo el personal que vaya a hacerse cargo del manejo de estas técnicas. No solo redundará en beneficios para el paciente sino en dar mayor seguridad al propio profesional durante el desempeño de su trabajo, algo de gran interés cuando se está haciendo frente a los múltiples problemas que puede plantear el paciente crítico. Incluso, algunos autores abogan por la conveniencia de formar equipos específicamente dedicados a la aplicación de estas técnicas.

7.1. Limitaciones

Las principales limitaciones del presente trabajo vienen derivadas de la naturaleza del mismo, ya que se trata de lo que clásicamente se denominaba “revisión narrativa”.

A diferencia de otros tipos de revisiones, no se realizó una búsqueda exhaustiva y sistemática de la literatura publicada en relación con el tema.

Solo se admitieron publicaciones realizadas en español, portugués o inglés. Para tratar de minimizar este **sesgo de selección** se aplicaron con rigor criterios de selección y exclusión preestablecidos, realizando la búsqueda en bases de datos de solvencia reconocida. Al mismo tiempo solo se aceptaron para el análisis aquellos artículos publicados en revistas de calidad la menos moderada, o respaldados por sociedades u organizaciones científicas de prestigio nacional o internacional. Además, salvo excepciones avaladas por su interés histórico o por tratar fundamentos de la técnica, se limitó la búsqueda a publicaciones recientes (últimos cinco años). Por último, tras identificar un número importante de artículos se les fueron aplicando diferentes filtros con el fin de admitir para la revisión solo los más relevantes.

Por otra parte, también existe la posibilidad de un **sesgo de publicación** derivado del hecho de que los trabajos con resultados negativos suelen ser menos publicados, o hacerlo tardíamente y, posiblemente, son menos citados. Todo ello hace que sean más difíciles de identificar. Además, el hecho de incluir algunos trabajos realizados en condiciones (poblaciones, contexto) no claramente similares pueden condicionar, por su **heterogeneidad**, un sesgo en los resultados. Aunque no lo hubiera solventado de forma definitiva, el haber realizado una revisión sistemática de la literatura a la que se hubieran aplicado unas técnicas de análisis adecuadas habría mejorado los resultados del presente trabajo. Pero esto es algo que, en el momento actual, excede mis capacidades de conocimientos y de realización.

Por último, no todos los autores están de acuerdo en cómo valorar los resultados de utilizar alguno de los scores que analizan la **calidad de las publicaciones** incluidas en una revisión (análisis de sensibilidad o de otro tipo). En el presente trabajo, intentando reforzar la validez de los resultados, se ha abordado este aspecto empleando herramientas CASPe y criterios CEBM que nos permitan apuntar el nivel de evidencia y el grado de recomendación que podrían aportar los distintos artículos revisados a las afirmaciones que hemos realizado basándonos en ellos (*Tabla 2*).

8. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Gaínza FJ, Liaño F. Actuación en el fracaso renal agudo; Guía de las Sociedad Española de Nefrología [Internet] Vol. 27. Sup 3. Madrid (ES): Nefrología, 2007. Disponible en: https://senefro.org/modules/webstructure/files/guia_fra.pdf?check_idfile=2876
- (2) Bellomo R, Ronco C, Kellum JA *et al.* (ADQI workgroup). Acute renal failure - definition, outcome measures, animal models, fluid therapy and information technology needs: the Second International Consensus Conference. *Critic. Care* [Internet] 2004 . 8(4):R204. DOI: 10.1186/cc2872
- (3) KIDGO AKI Workgroup. KDIGO clinical practice guideline for AKI. *Kidney Int Suppl.* 2012; 2:1-138.
- (4) Hoste, EAJ, Bagshaw SM, Bellomo, R *et al.* Epidemiology of acute kidney injury in critically ill patients: the multinational AKI-EPI study. *Intensiv. Care Med.* [Internet] 2015. 41(8):1411-23. DOI: 10.1007/s00134-015-3934-7
- (5) McNicholas BA, Rezoagli E, Pahm T *et al.* Impact of Early Acute Kidney Injury on Management and Outcome in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Secondary Analysis of a Multicenter Observational Study. *Crit. Care. Medic.* [Internet] 2019. DOI: 10.1097/CCM.0000000000003832 [pendiente de impresión]
- (6) Lorenzo V, López JM. Principios físicos en Hemodiálisis. [Internet] Madrid (ES): Nefrología al día; Fecha última actualización: 10/10/2018. Disponible en: <http://www.revistanefrologia.com/es-monografias-nefrologia-dia-articulo-principios-fisicos-hemodialisis-188>
- (7) Kramer P, Wiger W, Riegel J, *et al.* Arteriovenous hemofiltration: a new and simple method for treatment of over-hydrated patients resistant to diuretics. *Wien (AUT): Klin Wochenschr,* 1997. 55:1121
- (8) Ronco C, Continuous renal replacement therapy: forty-year anniversary. *Int. J. Artif. Organs* [Internet] 2017. 40(6): 257-264. DOI: 10.5301/ijao.5000610
- (9) Ricci Z, Romagnoli S, Ronco C. Renal Replacement Therapy. *F1000Research* [Internet] 2016. 5(F1000 Faculty Rev):103. DOI:10.12688/f1000research.6935.1

- (10) Ibeas J, Roca-Tey R, Vallespín J, *et al.* Guía Clínica Española del Acceso Vascular para Hemodiálisis. Nefrología. [Internet] 2017. 37:1-191. DOI: 10.1016/j.nefro.2017.11.004
- (11) García S, Solozabal CA. Accesos vasculares percutáneos. [Internet] Madrid (ES): Nefrología al día; Fecha última actualización: 10/07/2015. Disponible en: <http://www.revistanefrologia.com/es-monografias-nefrologia-dia-articulo-accesos-vasculares-percutaneos-37>
- (12) Annigeri RA, Ostermann M, Tolwani A, *et al.* (ADQI) Consensus Group. Renal Support for Acute Kidney Injury in the Developing World. Kidney International Reports [Internet] 2017. 2(4): 559–578 DOI: 10.1016/j.ekir.2017.04.006
- (13) Pérez R, Alcázar R. Evolución de los Dializadores. [Internet] Madrid (ES): Nefrología al día; Fecha última actualización: 18/02/2018. 38: 4-7. Disponible en: <http://www.revistanefrologia.com/es-monografias-nefrologia-dia-articulo-evolucion-los-dializadores-171>
- (14) Martín MA, Martín de Francisco AL. Dializadores y Membranas de Hemodiálisis. [Internet] Madrid (ES): Nefrología al día; Fecha última actualización: 16/02/2018. Disponible en: <http://www.revistanefrologia.com/es-monografias-nefrologia-dia-articulo-dializadores-membranas-hemodilisis-169>
- (15) Solozábal C. Monitores de Hemodiálisis y Biosensores. [Internet] Sevilla (ES): Nefrología al día; 2017- Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org/es-articulo-monitores-hemodialisis-biosensores-155>
- (16) Richardson A, Whatmore J. Nursing essential principles: continuous renal replacement therapy. Nursing in Critic. Care. [Internet] 2015. 20(1):8-15. DOI:10.1111/nicc.12120
- (17) Fernández M, Teruel JL. Técnicas de Hemodiálisis. [Internet] Madrid (ES): Nefrología al día; Fecha última actualización: 01/07/2017. Disponible en: <http://www.revistanefrologia.com/es-monografias-nefrologia-dia-articulo-tecnicas-hemodialisis-32>
- (18) Tandukar S, Palevsky PM. Continuous Renal Replacement Therapy: Who, When, Why, and How. CHEST. [Internet] 2019. 55(3):626-638. DOI: 10.1016/j.chest.2018.09.004

- (19) Zha J, Li C, Cheng G, *et al.* The efficacy of renal replacement therapy strategies for septic-acute kidney injury: A PRISMA-compliant network meta-analysis. *Medicine* [Internet] 2019. 98(16): e15257. DOI: 10.1097/MD.00000000000015257
- (20) Hanafusa. N. Application of Continuous Renal Replacement Therapy: What Should We Consider Based on Existing Evidence? *Blood Purif.* [Internet] 2015. 40:312-319. DOI: 10.1159/000441579
- (21) Dirkes S, Wonnacott R, Continuous Renal Replacement Therapy and Anticoagulation: What Are the Options? *Crit. Care Nurse* [Internet] 2016. 36(2): 34-41. DOI: 10.4037/ccn2016623
- (22) Herrero J. Anticoagulación en hemodiálisis. [Internet] Madrid (ES): Nefrología al día; Fecha última actualización: 10/07/2015. Disponible en: <http://www.revistanefrologia.com/es-monografias-nefrologia-dia-articulo-anticoagulacion-hemodialisis-39>
- (23) Sanz M, Hidalgo F, García-Fernández N. Supervivencia de circuitos de técnicas de depuración extrarrenal continua en pacientes críticos con o sin anticoagulación convencional: estudio observacional prospectivo. *Anales Sis. San. Navarra* [Internet] 2017. 40 (1): 77-84. DOI:10.23938/assn.0008
- (24) Liu C, Mao Z, Kang H, *et al.* Regional citrate versus heparin anticoagulation for continuous renal replacement therapy in critically ill patients: a meta-analysis with trial sequential analysis of randomized controlled trials. *Crit. Care* [Internet] 2016. 20(1):144. DOI: 10.1186/s13054-016-1299-0
- (25) Aragón S, Rodas LM, Torres F, *et al.* Dos métodos de anticoagulación en técnicas continuas de depuración extrarrenal. *Enferm. Nefrol.* [Internet]. 2018. 21(1): 9-17. DOI:10.4321/s2254-28842018000100002
- (26) González FJ, Galindo M, González C, *et al.* Vascular access and extracorporeal circuit patency in continuous renal replacement therapy. *Med Intensiv.* [Internet] 2016. 40(9):525-598. DOI: 10.1016/j.medin.2016.09.011
- (27) Klingele M, Stadler T, Fliser D, *et al.* Long-term continuous renal replacement therapy and anticoagulation with citrate in critically ill patients

- with severe liver dysfunction. *Crit. Care* [Internet] 2017. 21(1):294. DOI: 10.1186/s13054-017-1870-3
- (28) Brain M, Winson E, Roodenburg, *et al.* Non anti-coagulant factors associated with filter life in continuous renal replacement therapy (CRRT): a systematic review and meta-analysis- *BMC Nephrol.* [Internet] 2017. 18(1):69. DOI: 10.1186/s12882-017-0445-5
- (29) Wang XT, Wang C, Zhang HM *et al.* Clarifications on Continuous Renal Replacement Therapy and Hemodynamics. *Chinese Medical J.* [Internet] 2017. 130(10):1244-1248. DOI: 10.4103/0366-6999.205863
- (30) Oliveira JJ. Continuous Venous-Venous-Hemodialysis versus Intermittent-Hemodialysis in Critically Ill Patients. *Methodist Debakey Cardiovasc J.* [Internet] 2018; *Methodist Debakey Cardiovasc J.* 2018. 14(2): 153–155. DOI: 10.14797/mdcj-14-2-153
- (31) Tomasa T, Sabater J, Poch E, *et al.* Manejo actual de las terapias continuas de reemplazo renal: Estudio epidemiológico multicéntrico. *Med. Intensiv.* [Internet] 2017. 41(4):201-264. DOI: 10.1016/j.medin.2016.07.002
- (32) Tatum JM, Barmaparas G, Ko A, *et al.* Analysis of Survival After Initiation of Continuous Renal Replacement Therapy in a Surgical Intensive Care Unit. *Jama Surg.* [Internet] 2017. 152(10):938-943. DOI: 10.1001/jamasurg.2017.1673
- (33) Aguirre H, Tomasa T, Navas A, *et al.* Utilización de las terapias de depuración extracorpórea en los Servicios de Medicina Intensiva de Cataluña (España). *Med. Intensiv.* [Internet] 2015. 39(5):263-326. DOI: 10.1016/j.medin.2014.07.001
- (34) Úbeda A, Herrera D, Gómez C. Encuesta sobre el manejo del fracaso renal agudo y las técnicas de reemplazo renal en las unidades de cuidados intensivos españolas. *Med. Intens.* [Internet] 2015. 39(2):65-132. DOI: 10.1016/j.medin.2014.04.001
- (35) Rizo-Topete LM, Arellano M, Hernández J, *et al.* Terapia renal en pacientes con fracaso renal agudo en UCI, terapia de reemplazo renal continua, intermitente prolongada e intermitente: estudio de supervivencia. *Diálisis y Trasplante* [Internet] 2015. 36(1): 8-14. DOI: 10.1016/j.dialis.2014.10.002

- (36) Kee YK, Kim EJ, Park KS, *et al.* The Effect of Specialized Continuous Renal Replacement Therapy Team in Acute Kidney Injury Patients Treatment. *Yonsei Med J.* [Internet] 2015. 56(3):658-665. DOI: 10.3349/ymj.2015.56.3.658
- (37) Ribeiro B, de Mello F, de Lúcio HFA, *et al.* Training of intensive care nurses to handle continuous hemodialysis: a latent condition for safety. *Rev. Bras. Enferm.* [Internet]. 2019. 72(1): 105-113. DOI: 10.1590/0034-7167-2018-0013

9. ANEXOS

(Anexo 1). Niveles de evidencia de CEBM (2009)

GR	NE	Tipo de estudio
A	1a	Revisión sistemática con homogeneidad de ensayos controlados aleatorizados.
	1b	Ensayos controlados aleatorizados con intervalo de confianza estrecho.
	1c	Práctica clínica - "Todos o ninguno".
B	2a	Revisión sistemática de estudios de cohortes con homogeneidad.
	2b	Estudios de cohortes individuales con seguimiento inferior al 80%. Ensayos controlados de baja calidad.
	2c	Estudios ecológicos o de resultados en salud.
	3a	Revisión sistemática de estudios de casos y controles con homogeneidad.
	3b	Estudios de casos y controles individuales.
C	4	Series de casos, estudios de cohortes y de casos y controles de baja calidad.
D	5	Opinión de expertos sin evaluación crítica explícita, ni basada en fisiología, ni en trabajos de investigaciones juiciosos, ni en "principios fundamentales".

GR: Grado de recomendación NE: Nivel de evidencia

Fuente: Jerarquización de la evidencia. Niveles de evidencia y grados de recomendación de uso actual (Matnerola C, Asenjo-Lobos C, Otzen T)

10. AGRADECIMIENTOS

Agradecer a mi tutor Luis Álvarez Rocha no sólo dirigir mi trabajo, si no también su tiempo invertido en transmitirme sus conocimientos y en el desarrollo del mismo.

A mi familia, amigos y compañeros de clase por acompañarme y apoyarme durante estos cuatro años.