



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DE SONORA
DR ERNESTO RAMOS BOURS

T E S I S

**“ESTADO DE VOLEMIA DE PACIENTES CON ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA,
CAMBIOS HEMODINÁMICOS Y EFECTOS ADVERSOS DURANTE LA SESIÓN DE
HEMODIÁLISIS”**

QUE PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD DE MEDICINA INTERNA

PRESENTA:
Jesús Alan Favela Mayoral

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: Dr. Ricardo Morales Álvarez
COMITÉ TUTOR: Dr. José Gabriel Salvador Higuera
Dr. Joel Ernesto Verdugo Correa

Hermosillo Sonora 10 de mes julio de 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

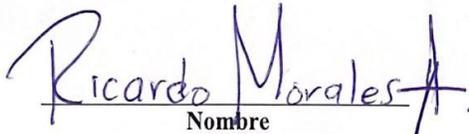
**HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DR. ERNESTO RAMOS BOURS
VOTO APROBATORIO DEL COMITÉ DE TESIS**

Hermosillo Sonora a 10 de julio 2022

**DR. RICARDO GUADALUPE CERVANTES LEÓN
DIVISIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN; HOSPITAL GENERAL DEL
ESTADO DR. ERNESTO RAMOS BOURS**

A/A: COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

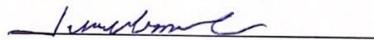
Por medio de la presente hacemos constar que hemos revisado el trabajo del médico residente de cuarto año: **Jesús Alan Favela Mayoral** de la especialidad de **Medicina Interna**. Una vez revisado el trabajo y tras la evaluación del proyecto por medio de seminarios hemos decidido emitir nuestro **voto aprobatorio** para que el sustentante presente su investigación en su defensa de examen y pueda continuar con su proceso de titulación para obtener su grado de médico especialista.



Nombre
Dr. Ricardo Morales Alvarez



Nombre
Dr. José Gabriel Salvador Higuera



Nombre
Dr. Joel Ernesto Verdugo Correa

DEDICATORIA

A mis padres, hermanos y mi futura esposa.

Para todos los médicos del Hospital general que me han acompañado y en mi formación.

INDICE

| | |
|--|----|
| RESUMEN..... | 6 |
| INTRODUCCIÓN..... | 8 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN | 10 |
| OBJETIVOS..... | 11 |
| OBJETIVO GENERAL | 11 |
| OBJETIVOS PARTICULARES..... | 11 |
| HIPÓTESIS CIENTÍFICA | 12 |
| MARCO TEORICO | 13 |
| MATERIALES Y MÉTODOS..... | 19 |
| ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 22 |
| RESULTADOS..... | 24 |
| DISCUSIÓN..... | 34 |
| CONCLUSIONES..... | 36 |
| LITERATURA CITADA | 37 |

RESUMEN

Introducción: La enfermedad renal crónica es una enfermedad muy prevalente en la actualidad, esto ha llevado a un aumento importante en la necesidad de brindar terapia de reemplazo renal buscando mejorar la calidad de vida de los pacientes, buscando ofrecer el mejor perfil de seguridad y tolerancia al tratamiento.

Objetivo: Determinar la asociación de efectos adversos secundarios a hipoperfusión según el estado de volemia y comparar los cambios hemodinámicos representados por la presión arterial media (PAM) previo y posterior a la sesión de hemodiálisis en pacientes que acuden a hemodiálisis habitualmente del Hospital General del Estado.

Material y métodos: Se realizó un estudio transversal, descriptivo y observacional. Se utilizaron medidas de tendencia central y valores de $p < 0.05$ fueron considerados como estadísticamente significativos. Se utilizó T de student y prueba exacta de Fisher.

Resultados: De un total de 35 pacientes portadores de enfermedad renal crónica en terapia de reemplazo renal el 82.9% de los pacientes se encontraba hipervolémicos permaneciendo con ese estado de volemia después de la hemodiálisis el 51.4%. No se encontró asociación entre el estado de volemia: hipervolemia $p = 0.493$, hipovolemia $p = 0.45$ y euvolemia $p = 0.73$ con la presentación de efectos adversos asociados a hipoperfusión. Los cambios de PAM previo y posterior a la hemodiálisis en pacientes que reclasificaron su estado de volemia tuvieron p valor de 0.626 con IC 95%, por parte de los pacientes que persistieron con su mismo estado de volemia los cambios de PAM tuvieron p valor de 0.266, IC 95%.

Conclusiones: No se encontró asociación entre el estado de volemia de los pacientes y la presencia de efectos adversos por hipoperfusión. No se encontró cambios significativos de

PAM previo y posterior la hemodiálisis en pacientes que reclasificaron su estado de volemia ni en aquellos que mantuvieron su estado hídrico inicial.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal crónica (ERC) se define como anomalías de la función o estructura renal presentes por más de tres meses que causen implicaciones de salud. La podemos clasificar utilizando la tasa de filtrado glomerular según las guías más actual del consorcio KDIGO (Kidney Disease: Improving Global Outcomes)(KDIGO., 2022).

Al 2017, se estima una prevalencia en México de la ERC de un 12.2%. Este padecimiento tiene un impacto indirecto en la morbilidad y mortalidad global al aumentar el riesgo de padecer otras patologías como enfermedades cardíacas, diabetes mellitus e hipertensión arterial (Instituto Nacional de Salud Pública., 2022). Una de las funciones principales del riñón es la de regular la homeostasis de líquidos y electrolitos, al verse comprometida su función, la regulación de líquidos corporales se pierde, por lo que en los pacientes con ERC desde etapas tempranas inician con sobrecarga hídrica. (Chambers, D et al., 2019; Zoccali C et al., 2017).

La hemodiálisis es una opción de tratamiento que se ofrece a los pacientes con ERC cuando la tasa de filtrado glomerular cae por debajo $15\text{ml}/\text{min}/1.73\text{m}^2$, este procedimiento filtra sustancias de desecho y exceso de líquido corporal (NIDDK., 2021). En cuanto al volumen sanguíneo circulante el objetivo es alcanzar la euvolemia, esta se alcanza estimando el peso seco ideal para el paciente, sin embargo esto representa un reto para el médico tratante. El peso seco podemos definirlo como el peso mínimo en el que el paciente se mantiene libre de síntomas de hipervolemia o hipovolemia (Huang S et al., 2015).

Tanto la hipovolemia previa a la hemodiálisis como la hipervolemia sostenida están asociados a un aumento de la mortalidad y efectos adversos (Dekker M et al., 2018). La hipotensión durante la hemodiálisis es un problema frecuente y tiene múltiples implicaciones al provocar isquemia cardiaca, tubo digestivo y cerebro, así como asociarse a un aumento de mortalidad. Por otro lado, la hipervolemia sostenida en estos pacientes es un factor de riesgo independiente de mortalidad, siendo el grupo de mayor riesgo los pacientes con hipervolemia sostenida y cifras tensionales por debajo de 130mmhg. (Robinson B et al., 2012; Li Z., 2006; Zager P et al., 1998)

Para estimar el estado de volemia podemos utilizar mediciones de la vena cava inferior tomando en cuenta el diámetro máximo de la vena cava inferior (DMVCI) y el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior (IC VCI) (Kaptein M. et al, 2021). Se han utilizado en otros estudios puntos de corte para estimar la volemia de los pacientes con ERC siendo los siguientes: IC VCI menor al 40% se considera hipervolemia, un IC VCI de 40 a 75% se considera euolemia y un IC VCI mayor de 75% se considera hipervolemia (Hafiz M et al., 2021).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

La enfermedad renal crónica (ERC) acorta la esperanza de vida, deteriora la calidad de vida de quienes la padecen y causa discapacidad laboral, que a su vez impacta a nivel económico. De 1990 a 2010 se vio un incremento de la ERC en hombres y mujeres en un 393% y un 343% respectivamente. (Chavez N et al., 2017)

Los pacientes con enfermedad renal crónica presentan dificultad para regular el estado de volemia desde etapas tempranas de la enfermedad (Chambers, D et al., 2019; Zoccali C et al., 2017). Las manifestaciones clínicas de sobrecarga hídrica por lo general se manifiestan en etapas avanzadas de la enfermedad provocando edema e hipertensión (Khan Y et al., 2016)

Determinar el estado de volemia del paciente solo utilizando datos clínicos puede ser difícil, por ejemplo, varios litros de agua deben de retenerse antes de que se manifieste la sobrecarga con edema de extremidades (Devolder I et al., 2010). Estimar el peso seco puede representar un reto para el médico tratante y alcanzar el peso seco es prioridad después de cada sesión de hemodiálisis.

Subestimar el peso seco puede provocar efectos adversos como hipotensión, náusea, contracturas musculares, angina de pecho (Huang S et al., 2015), por otro lado, sobreestimar este parámetro mantendría al paciente con hipervolemia persistente lo que provoca hipertensión y aumenta el riesgo de complicaciones cardiovasculares (Agarwal et al., 2010). El uso de métodos no invasivos y accesibles como la medición del diámetro máximo y el colapso de la vena cava inferior por medio de ultrasonografía ha mostrado utilidad en determinar el estado de volemia del paciente y ser de ayuda para determinar el peso seco (Hafiz M et al., 2021).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Clasificar estado de volemia del paciente con enfermedad renal crónica que acudan habitualmente a sesión de hemodiálisis y asociarlo al desarrollo de efectos adversos durante la misma

OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar el estado de volemia pre y post hemodiálisis y asociarlo a los cambios hemodinámicos.
- Determinar la cantidad de pacientes que reclasificó su estado de volemia después de la sesión de hemodiálisis.
- Comparar los cambios de tensión arterial entre los pacientes que reclasificó su estado de volemia.
- Comparar los cambios de tensión arterial entre los pacientes que no se reclasificó su estado de volemia.

HIPÓTESIS CIENTÍFICA

- El estado hipervolémico previo a la sesión de hemodiálisis se asocia con efectos adversos hemodinámicos durante la sesión de hemodiálisis.

Hipótesis nula:

- El estado hipervolémico previo a la sesión de hemodiálisis no se asocia con efectos adversos hemodinámicos durante la sesión de hemodiálisis.

MARCO TEORICO

La enfermedad renal crónica (ERC) se define como una alteración permanente de la estructura renal, función o ambas que persistan por más de tres meses con repercusión en la vida diaria. Se clasifica basada en su etiología, tasa de filtrado glomerular (G1-G5), Albuminuria (A1-A3) (KDIGO., 2022). Como alteraciones estructurales podemos encontrar quistes, tumores, malformaciones y atrofia, mismas que se hacen evidentes en estudios de imagen. Por otro lado, la disfunción renal se manifiesta con hipertensión, edema, cambios en el volumen urinario y alteraciones en el crecimiento en niños. Estos cambios se acompañan de aumento de la creatinina y nitrógeno uréico (Romagnani P et al., 2017).

El consorcio Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO) clasifica la enfermedad renal crónica por su tasa de filtrado glomerular (TFG) de G1 hasta G5, siendo G5 una TFG $<15\text{mL}/\text{min}/1.73\text{m}^2$. Un segundo apartado es según la categoría de albuminuria (A1, A2, A3) que representa 30 mg./g 30-300mg/g, $>300\text{mg}/\text{g}$. (KDIGO., 2022).

La fisiopatología de la enfermedad renal crónica es compleja. Las nefronas se generan de la semana 12 a la 36 de gestación, después de este periodo no se crearán nuevas nefronas, se estima un rango de 200,000 a más de 2.5 millones de nefronas por riñón (Bertram J et al., 2011). Las nefronas pueden aumentar su tamaño para adaptarse a las diferentes demandas renales sin presentar cambios estructurales significativo (Brenner B et al., 1982; Hostetter et al., 1981). El aumento considerable de la masa corporal promueve la hipertrofia de las nefronas como mecanismo compensador. La pérdida de nefronas puede deberse a un

insulto que produzca lesión renal y al envejecimiento o una combinación de ambas. (Benghanem G et al., 2016).

Al producirse pérdida de nefronas, con el tiempo se producirá hipertrofia de las nefronas remanentes por una elevación persistente de la tasa de filtrado glomerular. Al alcanzarse cierto límite de la hipertrofia de las nefronas, aumenta la fuerza corte sobre los podocitos, promoviendo la separación de estos, también se produce glomeruloesclerosis focal y segmentaria y glomeruloesclerosis global que resulta en atrofia de las nefronas (Ruggenti P et al., 2012; Helal I et al., 2012).

Fisiología Renal y sobrecarga hídrica

El riñón cumple múltiples funciones como la regulación del equilibrio hidroelectrolítico, homeostasis del equilibrio ácido base, aclaramiento de sustancias de deshecho y metabolismo de proteínas (Hoenig et al., 2014). En este trabajo nos enfocaremos en la regulación del agua corporal, principalmente.

En condiciones fisiológicas el riñón iguala la excreción renal a la ingesta de agua y electrolitos para regular la osmolaridad y el volumen de los líquidos corporales. El déficit de agua o electrolitos puede ser compensado por un aumento en la retención o la excreción. Esto se produce por una serie de barorreceptores y la hormona antidiurética principalmente (Atherton J et al., 2006). Al aumentar el grado de falla renal se pierde la capacidad de regular los líquidos corporales (Chambers et al., 2019). Los pacientes con falla renal presentan sobrecarga hídrica, misma que empeora según el grado de disfunción renal (Zoccali C et al., 2017). La sobrecarga hídrica persistente se ha asociado con el desarrollo de hipertrofia ventricular izquierda (Agarwal R et al., 2011) y fibrosis cardiaca (Ritz E et al., 2009), así

mismo con un aumento de la mortalidad, por lo general de causa cardiovascular, por lo que determinar el estado de volemia de estos pacientes frecuentemente es indispensable al momento de dosificar su tratamiento (Zoccali C et al., 2017).

Hemodiálisis en pacientes con enfermedad renal crónica

La hemodiálisis es una opción de tratamiento que se ofrece a los pacientes con enfermedad renal crónica cuando la TFG cae por debajo de 15mL/min/1.73m², actúa removiendo sustancias de desecho y el exceso de agua corporal. Funciona como un reemplazo artificial de la función renal (Vadakedath S et al., 2017).

La hemodiálisis se asocia a efectos adversos cardiovasculares secundarios a cambios rápidos del estado hemodinámico, por ejemplo: hipotensión, contracturas musculares, angina de pecho, mareos (McGuire S et al., 2018).

En cuanto a la regulación del volumen sanguíneo, el objetivo de la hemodiálisis es alcanzar la euvolemia, buscando un peso seco adecuado para el paciente y de esta forma determinar el volumen de líquido que se removerá por sesión. El peso seco se puede definir como el peso mínimo en el que el paciente se mantiene libre de síntomas de hipovolemia o hipervolemia. Algunos pacientes pueden cumplir con esta definición, sin embargo, pudieran encontrarse con sobrecarga hídrica crónica (Hang S et al., 2015).

Es frecuente la presencia de alteraciones hemodinámicas importantes durante la hemodiálisis, episodios de hipotensión e hipertensión pueden presentarse. Ambos cambios hemodinámicos están asociados con mayor morbilidad y mortalidad. Se estima que la incidencia de hipotensión durante este procedimiento es de 10 a 30% de todas las sesiones. Podemos definir hipotensión intrahemodiálisis como un descenso de 30mmhg de la presión sistólica o un descenso de 10mmhg de la presión arterial media. Estos episodios pueden

desencadenar hipoperfusión de diferentes órganos desencadenando una gran variedad de síntomas como contractura muscular, mareos y angina de pecho entre otros.

De manera simplificada podríamos atribuir la hipotensión intrahemodiálisis a una respuesta cardiovascular inadecuada a la reducción del volumen sanguíneo causado por la ultrafiltración (Santos et al., 2012). Es importante mencionar que los episodios de hipotensión intradialíticos están asociados a un deterioro de la función renal residual de manera acelerada. La función residual mantiene el aclaramiento de toxinas y la eliminación de volumen excesivo. Por este motivo es una meta importante preservarla.

Como ya se mencionó, tanto la hipervolemia como la hipovolemia aumentan la morbilidad y mortalidad. Estos estados pueden adquirirse por una infra o sobredosificación del ultrafiltrado. Encontrar el peso seco ideal y su mantenimiento con el mínimo de efectos adversos continúa siendo un reto en la práctica clínica. Por este motivo se han propuesto varios métodos para estimar el estado de volemia del paciente como la medición del hematocrito, el método clínico, la ultrasonografía de vena cava inferior y la espectroscopia de bioimpedancia (Huang et al., 2015).

Ultrasonografía de vena cava inferior y estado de volemia

La evaluación del estado de volemia y hemodinámico se ha hecho tradicionalmente por medio de datos clínicos como la presencia de estertores, distensión yugular, ritmo de galope, edema de extremidades. Aunque estos datos clínicos han sido útiles por décadas, solo identifica pacientes con un estado sobrecarga hídrica muy avanzada (Torino C et al., 2016). Por otro lado, hay datos radiográficos como la presencia de líneas B de Kerley y derrame pleural, sin embargo, estos datos son poco sensibles (Maw A et al., 2019).

El uso y disponibilidad de ultrasonido en salas de urgencias, consulta externa y hospitalización cada vez es más frecuente. Es una herramienta de mucha utilidad por su

naturaleza no invasiva y fácil aprendizaje (Zhang J et al., 2017). Recientemente se han propuesto y validado métodos mediante el uso de ultrasonido para evaluar el estado de volemia, debiendo interpretarse siempre en conjunto con el contexto clínico para aumentar la sensibilidad de la exploración física (Moor C et al., 2011; Viellard B et al., 2019). Uno de estos métodos para evaluar el estado hídrico de nuestro paciente es la medición de la vena cava inferior, su diámetro máximo y su cambio con la inspiración.

Este vaso sanguíneo lleva hasta el 80% del retorno venoso hacia la aurícula derecha. Se distiende y colapsa con los cambios de presión transmural y el volumen sanguíneo. Por esto, el diámetro máximo de la vena cava inferior aumenta según aumente el volumen en el compartimento venoso. En pacientes con respiración espontánea, la presión negativa intratorácica ejercida con la inspiración produce una disminución del diámetro máximo, mientras que al inspirar, la presión es positiva y el vaso sanguíneo se distiende nuevamente (Zhang J et al., 2017).

Las guías de la sociedad americana de ecocardiografía apoyan el uso del diámetro máximo de la vena cava inferior y su colapso con la inspiración para estimar el estado de volemia de los pacientes. La medición debe realizarse proximal a la vena hepática a 0.5 -3cm de la entrada a la aurícula derecha. El ultrasonido de vena cava inferior se utiliza para estimar presión de la aurícula derecha y orientarnos sobre la resistencia al retorno venoso. En pacientes con respiración espontánea, la vena cava inferior colapsa durante la inspiración por la presión negativa intratorácica. Podemos estimar una presión de 0 a 5mmhg si la vena cava inferior (VCI) es menor <2.1cm y tiene un colapso en la inspiración >50%., una presión de 10 a 10mmg si la vena cava inferior es >2.1cm con un colapso a la inspiración <50%. Se puede inferir una presión de 5 a 10mmhg a los escenarios entremedio de ambas medidas previamente descritas (Rudski L et al 2010).

Se han utilizado puntos de corte distintos para determinar el estado de volemia en diferentes estudios basándose en el diámetro máximo y el colapso de la vena cava inferior. En un estudio realizado en pacientes con cirrosis hepática utilizaron la siguiente clasificación: diámetro máximo de vena cava inferior (DMVCI) $<1.3\text{cm}$ con un índice de colapso de vena cava inferior en inspiración (ICVCI) $>40\%$ se catalogaba como hipovolemia, los pacientes con un DMVCI de 1.3cm a 2cm se consideraba euvolémicos y los pacientes con un DMVCI $>2\text{cm}$ con un CVCI $<40\%$ se consideraba hipervolémicos y cuando el CVCI $>40\%$ se consideraba euvolémico (Velez J et al., 2019). Otro estudio realizado en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis utilizó los siguientes puntos de corte para clasificar el estado de volemia: ICVCI $<40\%$ hipervolémico, de $40-75\%$ euvolémico, y $>75\%$ hipovolémico (Hafiz M et al., 2021).

En otros estudios han mostrado que el uso de ultrasonido de vena cava inferior en complemento del contexto clínico es de utilidad para estimar el peso seco con mayor precisión. (Arun T et al., 2019).

MATERIALES Y MÉTODOS:

Taxonomía y clasificación de la investigación:

Transversal, descriptivo y observacional

Población de estudio y tamaño de muestra:

Pacientes con diagnóstico de enfermedad renal crónica que acudan habitualmente a hemodiálisis de marzo a abril del 2022 en el Hospital General del Estado de Sonora con edad comprendida de 18 a 75 años.

Criterios de selección de la muestra:

Criterios de inclusión

- Pacientes portadores de enfermedad renal crónica en hemodiálisis
- Edad de 18 a 75 años

Criterios de exclusión

- Historial de falla cardiaca
- Historial de cirrosis hepática
- Portador de ascitis grado III

Criterio de eliminación

- Pacientes con mala ventana ultrasonográfica.
- Paciente quien se niegue a participar en el estudio.

Recursos empleados para la investigación

Recursos humanos: médico residente de 4to año y asesores de tesis e investigador principal.

Recursos físicos: Gel para ultrasonido, Ultrasonido Butterfly iQ+.

Recurso financiero: No se requirió apoyo financiero.

Procedimiento para la obtención de resultados

Previo a la autorización del comité de investigación, se solicitó permiso al jefe de división y del servicio de nefrología tanto médico como de enfermería para realizar el estudio en las instalaciones de la sala de hemodiálisis en la fecha comprendida de marzo a abril del 2022. Se seleccionó a los pacientes que cumplieran los criterios de inclusión por medio de interrogatorio y del sistema ASSIST. Se realizó la recusación de datos pertinentes y se llenó la hoja de recolección de datos. Mediante laptop personal se corrió el sistema SPSS con el fin de realizar análisis estadístico.

CATEGORIZACIÓN DE VARIABLES ESTADÍSTICAS

| Tabla 1. Caracterización de las variables de estudio | | | | |
|---|---|------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Variable | Definición conceptual | Categoría | Tipo de variable | Estadístico |
| Hipovolemia | Disminución del volumen sanguíneo circulante. | Sí / No | Cualitativa Nominal | Media Desviación estándar |
| Euvolemia | Volumen sanguíneo circulante normal en el que no hay datos de hipo o hipovolemia. | Sí / No | Cualitativa Nominal | Media Desviación estándar |
| Hipervolemia | Aumento anormal del volumen sanguíneo | Sí / No | Cualitativa Nominal | Media Desviación estándar |
| Presión arterial media | El promedio de la presión arterial en un ciclo cardiaco. | Milímetros de mercurio | Cuantitativa Discreta | Media Desviación estándar |
| Angina de pecho | tipo de dolor de pecho causado por la reducción del flujo sanguíneo al corazón | Sí / No | Cualitativa Nominal | Media Desviación estándar |
| Hipotensión | Disminución de la presión sistólica en más de 20mmhg o de la presión arterial media en 10mmhg | Sí / No | Cualitativa Nominal | Media Desviación estándar |
| Contractura muscular | Contracción súbita e involuntaria de uno o más músculos. | Sí / No | Cualitativa Nominal | Media Desviación estándar |
| Mareo | Sensación de cabeza flotante. | Sí / No | Cualitativa Nominal | Media Desviación estándar |

ANÁLISIS DE DATOS POR OBJETIVO:

Se realizó estadística descriptiva para los distintos valores de edad, presión arterial media y estado de volemia.

La asociación entre el estado de volemia y los efectos adversos se realizó mediante la prueba exacta de Fisher tomando valores de p menor de 0.05 fueron considerados como estadísticamente significativos.

La asociación entre el estado de volemia y los cambios en la presión arterial media se realizó por medio de T de student utilizando una hipótesis a dos colas y valores de p menor de 0.05 fueron considerados como estadísticamente significativos.

Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS V.26 software. Las variables

que fueron cuantitativas ordinales se les extrajo medidas de tendencia central y de dispersión. Fueron representadas por medio de gráfico de barras para observar la distribución de las mismas.

ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN:

De acuerdo a la Ley General de Salud en materia de Investigación para la Salud publicado el día 3 de febrero de 1983, se considera una investigación sin riesgo como lo cita el Capítulo 1º, Artículo 17, fracción II: investigación sin riesgo: son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participen en el estudio, entre los que consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.”

Para la realización de ésta investigación no se requirió de consentimiento informado ya que el Artículo 23 cita: “En caso de investigaciones con riesgo mínimo, la comisión de ética por razones justificadas, podrá autorizar que el consentimiento informado se obtenga sin formularse escrito, y tratándose de investigaciones sin riesgo, podrá dispensar al investigador la obtención del consentimiento informado.”

Ésta investigación fue acreditada por el comité de ética para la investigación de la institución que se realizó, constanding que no representa riesgo ni se contraponen aspectos éticos para su realización por tratarse de un estudio descriptivo; la información obtenida del expediente clínico fue manejada de manera confidencial.

RESULTADOS

Características generales de los pacientes

En el estudio se analizó un total de treinta y seis pacientes donde el rango de edad va desde los 26 hasta los 74 años de edad, con un promedio de 47 años (Tabla 1). Aquellos pacientes con una edad de 49 años fueron los más frecuentes dentro del estudio, consistiendo al 11% del total de pacientes (Figura 1). Se puede apreciar que los datos no presentan una distribución normal evidente.

Tabla 1. Medidas descriptivas respectivas a la distribución de edades.

| Estadísticos descriptivos | | | | | |
|---------------------------|----|--------|--------|-------|---------------------|
| | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
| Edad | 36 | 26 | 74 | 47.92 | 13.295 |

Efectos adversos presentados durante las sesiones de hemodiálisis

Para fines de este estudio se consideraron los siguientes efectos adversos: de angina de pecho, mareo, contractura muscular e hipotensión. El total de la muestra fueron 36 pacientes, sin embargo, en el área de efectos adversos solo se consideraron 35 ya que uno de ellos no llenó el apartado de efectos adversos. Se reportaron los siguientes efectos para un total de 35 pacientes (Tabla 2); la totalidad de pacientes estudiados no presentaron angina de pecho durante las sesiones de hemodiálisis, el 86.1% de los pacientes no mostraron contractura muscular (Figura 2a). Con respecto a los mareos, solamente se reportaron 3 pacientes con este padecimiento (Figura 2b) y en un total de 32 pacientes (88.9%) no se presentó hipotensión durante las sesiones (Figura 2c).

Tabla 2. Análisis de frecuencia para cada uno de los padecimientos estudiados para un total de 35 pacientes.

| <i>Padecimiento</i> | | <i>Frecuencia</i> | <i>Porcentaje</i> | <i>Porcentaje válido</i> | <i>Porcentaje acumulado</i> |
|-----------------------------|----|-------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <i>Angina de pecho</i> | No | 35 | 97.2 | 100 | 100 |
| <i>Contractura muscular</i> | No | 31 | 86.1 | 88.6 | 100 |
| <i>Mareos</i> | No | 32 | 88.9 | 91.4 | 100 |
| <i>Hipotensión</i> | No | 32 | 88.9 | 91.4 | 100 |

La hipotensión se presentó en 3 pacientes clasificados con sobrecarga hídrica mientras que de esos tres pacientes solo uno se reclasificó a euvolemia al finalizar la sesión hemodiálisis y dos persistieron con medidas compatibles con el estado de volemia inicial. La contractura muscular se presentó en 4 pacientes, de los cuales, 3 llegaron a su sesión de hemodiálisis con un estado de hipervolemia y 1 euvolémico. Al finalizar la sesión de hemodiálisis, 2 pacientes se mantuvieron hipervolémicos, uno se reclasificó de hipervolemia a euvolemia y uno de ellos se mantuvo en euvolemia antes y después de la sesión. tres pacientes presentaron mareos, de los cuales los dos se clasificaron como hipervolémicos y se reclasificaron a euvolémicos mientras que uno de ellos permaneció se clasificó como hipovolémico. Ninguno de los pacientes presentó angina de pecho.

Asociación del estado de volemia con los efectos adversos durante la sesión de hemodiálisis

Por el tamaño de la muestra se decidió utilizar la prueba exacta de Fisher para calcular la asociación entre variables; estado de volemia y efectos adversos. Por la poca incidencia de efectos adversos se decidió agrupar los cuatro posibles efectos adversos como una sola variable.

De los pacientes que fueron clasificados como hipervolémicos, un total de 29, solo 7 presentaron efectos adversos en general, esto representa una $p= 0.493$, lo que demuestra nula asociación entre variables. Los pacientes clasificados previo a la sesión de hemodiálisis como euvolemicos fueron 4, solo 1 presentó efectos adversos, se obtuvo $p= 0.732$, demostrando nula asociación entre variables. Los pacientes clasificados como hipovolémicos previo a la sesión fueron 2 y solo 1 presento efectos adversos. Se obtuvo una $p= 0.454$ indicando nula asociación entre variables. Se buscó asociación entre los pacientes que reclasificaron su estado de volemia de hipervolemia a euvolemia o euvolemia a hipovolemia y la incidencia de efectos adversos y se obtuvo una $p= 0.639$

Estado de volemia prehemodiálisis y posthemodiálisis

Para este análisis se valoró el estado de volemia antes y después de las sesiones de hemodiálisis, en un estado prehemodiálisis se reportó un total de 29 pacientes hipervolémicos, cuatro pacientes euvolemicos, y solamente 2 pacientes que presentaron hipovolemia (Tabla 3) (Figura 3a). El estado de volemia posthemodiálisis se observó con las siguientes proporciones (Tabla 3); el 51.4% de los pacientes presentó hipervolemia, mientras que, el 40% presentó euvolemia, y finalmente, 8.6% de los pacientes presentaron hipovolemia (Figura 3b).

Se realizaron pruebas estadísticas con el propósito de corroborar los cambios de estado volémico, con una prueba de contingencia se observó la cantidad de cambios de estado (Tabla 4) siendo un

total de 11 pacientes que pasaron de hipervolemia prehemodiálisis a euvolemia posthemodiálisis. Solamente se registró un paciente que pasó de un estado euvolémico a hipovolémico posthemodiálisis.

Tabla3. Tabla de frecuencia para el estado volémico prehemodiálisis y posthemodiálisis.

| | <i>Estado volémico</i> | <i>Frecuencia</i> | <i>Porcentaje</i> | <i>Porcentaje válido</i> | <i>Porcentaje acumulado</i> |
|-------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <i>Prehemodiálisis</i> | Hipervolemia | 29 | 82.9 | 82.9 | 82.9 |
| | Euvolemia | 4 | 11.4 | 11.4 | 94.3 |
| | Hipovolemia | 2 | 5.7 | 576 | 100 |
| <i>Posthemodiálisis</i> | Hipervolemia | 18 | 51.4 | 51.4 | 51.4 |
| | Euvolemia | 14 | 40 | 40 | 94.3 |
| | Hipovolemia | 3 | 8.6 | 8.6 | 100 |

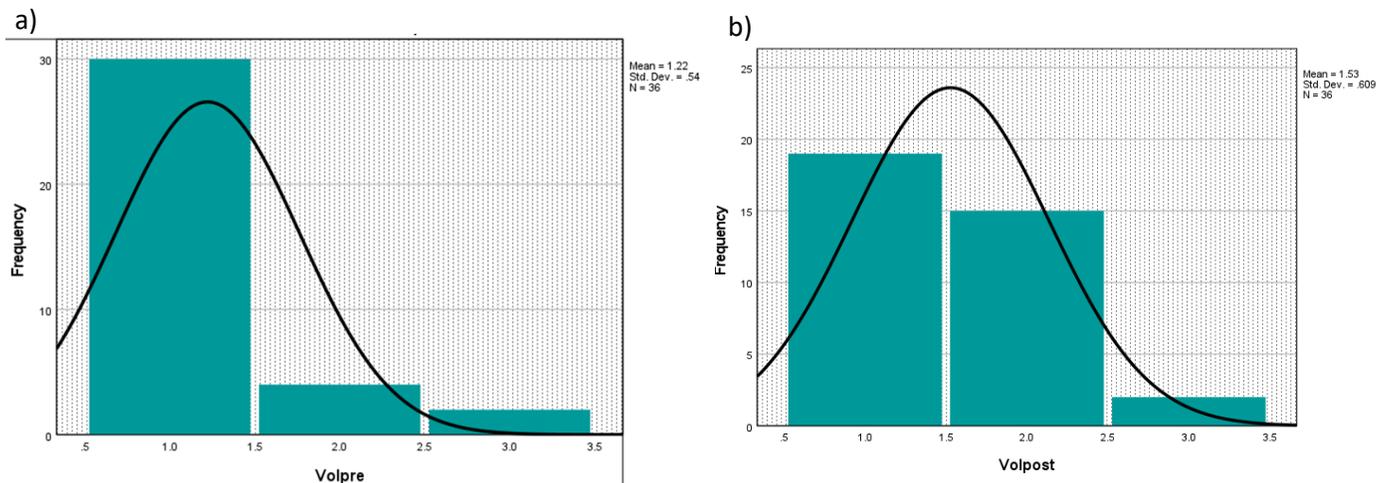


Figura 3. Histograma con curva normal; a) frecuencias estado de volemia prehemodiálisis.
b) frecuencias para el estado de volemia posthemodiálisis.

Tabla 4. Tabla de tabulación cruzada para el estado de volemia prehemodiálisis y posthemodiálisis.

| | | Volemia Posthemodiálisis | | | Total |
|-------------------------|--------------|--------------------------|-----------|-------------|-------|
| | | Hipervolemia | Euvolemia | Hipovolemia | |
| Volemia Prehemodiálisis | Hipervolemia | 18 | 11 | 0 | 29 |
| | Euvolemia | 0 | 3 | 1 | 4 |
| | Hipovolemia | 1 | 0 | 1 | 2 |
| Total | | 19 | 14 | 2 | 35 |

Presión arterial media prehemodiálisis en relación a la presión arterial media

posthemodiálisis

La presión arterial durante el estudio se manejó como presión arterial media prehemodiálisis y posthemodiálisis, observando que antes de las sesiones los pacientes presentaron un rango de 71 a 146 mm Hg con una media de 103.46 mm Hg (Tabla 6). La presión arterial media posthemodiálisis se observó en un rango de 67 a 135 mm Hg con media de 105.11 mm Hg (Figura 4). Estas observaciones se acompañaron de un análisis estadístico, siendo una prueba t de Student pareada la más adecuada, con un nivel de significancia del 0.05 se obtuvo una t de 0.589 indicando que la diferencia entre las medias no es estadísticamente significativa (Tabla 7), corroborando el resultado obtenido, se observa una correlación del .745 (Tabla 8).

Tabla 6. Estadísticos descriptivos para la presión arterial media.

| | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
|----------------------|----|--------|--------|--------|---------------------|
| PAM prehemodiálisis | 35 | 71 | 146 | 106.43 | 19.502 |
| PAM posthemodiálisis | 35 | 67 | 135 | 105.11 | 16.794 |

Tabla 7. Prueba de t de Student para muestras emparejadas

| Diferencias emparejadas | | | | | | t | Sig. (bilateral) |
|-------------------------|-------|---------------------|-------------------------|--|----------|------|------------------|
| | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | |
| | | | | Inferior | Superior | | |
| PAM - PAMpost | 1.314 | 13.195 | 2.230 | -3.218 | 5.847 | .589 | .560 |

Tabla 8. Correlación para la presión arterial media prehemodiálisis y posthemodiálisis.

| Correlaciones de muestras emparejadas | | | | |
|--|----------------|----|-------------|-------|
| | | N | Correlación | Sig. |
| Par 1 | PAM & PAM post | 35 | .745 | .0001 |

Relación del estado de volemia y los cambios hemodinámicos

Con el propósito de determinar una asociación entre el estado de volemia prehemodiálisis y posthemodiálisis con el cambio de presión arterial antes y después de las sesiones se realizaron pruebas estadísticas, siendo t de Student y prueba de U de Wilcoxon los estadísticos que mejor se acoplan al estudio.

Cambios de presión arterial media en relación a la reclasificación de estado de volemia

Para analizar la concordancia entre la presión media antes y después de las sesiones de hemodiálisis y el cambio del estado de volemia, se seleccionaron los pacientes que llegaron a presentar una diferencia en su estado volémico. El estadístico t de Student indica un p valor de 0.626 con un rango de confianza del 95% por lo que los datos indican que las medias no son significativamente diferentes (Tabla 9). A su vez, el estadístico de Wilcoxon indica un valor de 0.753 conservando la hipótesis que la diferencia entre la presión arterial media prehemodiálisis y posthemodiálisis es igual a 0 (Tabla 10).

Tabla 9. Prueba de t de Student para muestras emparejadas.

| Prueba de muestras emparejadas | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|--|------|--------|---------------------|
| | Diferencias emparejadas | | | | | T | Sig. (bilateral) |
| | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | |
| | | | Inferior | Superior | | | |
| PAMpre - PAMpost | - 1.84 | 13.30 | 3.691 | -9.88 | 6.19 | - .500 | .626 |

Tala 10. Prueba de Wilcoxon para muestras no paramétricas.

| <i>Hipótesis nula</i> | <i>Sig.</i> | <i>Nivel de sig.</i> | <i>Decisión</i> |
|--|-------------|----------------------|-------------------------|
| La mediana de las diferencias entre PAM prehemodiálisis y PAM posthemodiálisis es igual a 0. | .861 | 0.05 | Conserve hipótesis nula |

Cambios de presión arterial media para pacientes que no reclasificaron su estado de volemia

Los pacientes que no reclasificaron su estado volémico (hipervolemia-hipervolemia o euvolemia-euvolemia) se relacionaron con la presión arterial media que presentaron antes y después de las sesiones de hemodiálisis. Los datos muestran una correlación de 0.788 con una significancia < 0.001 (Tabla 11). El valor de t obtenido es de 1.142 con un nivel de significancia del 0.05 y una p de 0.266, se entiende que las medias de los datos no muestran diferencia significativa (Tabla 12). El estadístico de Wilcoxon indica un p valor de 0.169 conservando la hipótesis que la diferencia entre la presión media prehemodiálisis y la presión media posthemodiálisis es igual a 0 (Tabla 13).

Tabla 11. Correlación de muestras emparejadas para la presión arterial media y la no reclasificación del estado de volemia.

| Correlaciones de muestras emparejadas | | | |
|--|----|-------------|------|
| | N | Correlación | Sig. |
| PAM prehemodiálisis & PAm posthemodiálisis | 22 | .788 | .001 |

Tabla 12. Tabla 7. Prueba de t de Student para muestras emparejadas.

| Diferencias emparejadas | | | | | t | P | Sig. (bilateral) |
|-------------------------|-------|---------------------|-------------------------|---|------|-------|---------------------|
| | Media | Desviación estándar | Media de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior | | | |
| PAMpre – PAMpost | 3.182 | 13.070 | 2.787 | -2.613 8.977 | .133 | 0.266 | .266 |

Tala 13. Prueba de Wilcoxon para muestras no paramétricas.

| <i>Hipótesis nula</i> | <i>Sig.</i> | <i>Nivel de sig.</i> | <i>Decisión</i> |
|---|-------------|----------------------|-------------------------|
| <i>La mediana de las diferencias entre PAm prehemodiálisis y PAm posthemodiálisis es igual a 0.</i> | .169 | 0.05 | Conserve hipótesis nula |

DISCUSIÓN

Congruente con el estudio de Hafiz et al. el estado de volemia que predominó en nuestra población fue la hipervolemia antes de la sesión de hemodiálisis, sin embargo, después de la sesión en dicho estudio, el 60% de los pacientes se reclasificaron a hipovolemia comparado con solo el 8.6% en nuestra población estudiada (Hafiz et al. 2021).

De los 35 pacientes incluidos, 29 pacientes se encontraban hipervolémicos antes de la sesión de hemodiálisis y 18 permanecieron en dicho estado, solo se reclasificaron 11 pacientes a euvolemia. La sobrecarga hídrica sostenida se ha asociado a mayor mortalidad y a efectos adversos cardiovasculares (Zoccali et al., 2017; Agarwal et al., 2010). Intensificar el tratamiento con cambios en la dosificación de hemodiálisis y cambios higienicodietéticos en estos pacientes, podría quizás disminuir la incidencia de efectos adversos y mejorar la sobrevida.

Descrito por Santos et al. la hipotensión intradialítica es un efecto adverso que se presenta en el 10% al 30% de las sesiones de hemodiálisis. En nuestro estudio se presentó en el 8.6% de las sesiones realizadas. No encontramos una asociación significativa del estado de volemia previo a la sesión de hemodiálisis y la presentación de hipotensión ni del conjunto de efectos adversos asociados a hipoperfusión. Los tres pacientes que desarrollaron hipotensión intradialítica en nuestro estudio se clasificaron como hipervolémico antes de la hemodiálisis y 2 de ellos se mantuvieron con el mismo estado de volemia, solo uno se reclasificó a euvolemia. Esto podría deberse al ultrafiltrado agresivo, la falta de capacidad de generar vasoconstricción en la circulación asplánica como respuesta compensatoria o alguna alteración estructural cardíaca, mismas que no se evaluaron en el presente estudio (Santos et al., 2012).

En cuanto a la presión arterial media, en rango mínimo y máximo fueron mayores previo a la sesión de hemodiálisis, sin embargo, la media fue un poco mayor posterior a la sesión. Comparado con los resultados obtenidos por Hafiz et al. donde ellos describen un cambio en la presión arterial sistólica de 130 ± 18.43 mmHg a 113.33 ± 15.27 ($P < 0.001$), y una disminución de la presión diastólica de 80.17 ± 10.12 mmHg a 71.50 ± 9.29 ($P < 0.001$). en dicho estudio no se describe el momento de la toma de las cifras tensionales. En nuestro estudio la presión arterial se tomó inmediatamente después de haber terminado la sesión de hemodiálisis. Quizás el mantener o aumentar las cifras tensionales posterior a la sesión de hemodiálisis se pudiera deber por hiperactividad simpática, activación del sistema renina angiotensina aldosterona. Sobrecarga hídrica remanente y otros factores que no se evaluaron en este estudio (Inrig et al., 2010).

En nuestro estudio no encontramos diferencia significativa entre las cifras tensionales de los paciente que no reclasificaron su estado de volemia ni en el grupo de pacientes que si se reclasificó de hipervolemia a euvolemia. Nuestros resultados contrastaron con los resultados de Kotanko et al. y Hafiz et al, donde sí se evidenció disminución de la tensión arterial posterior a la hemodiálisis. Valdría la pena tomar una medición de cifras tensionales después de un periodo de tiempo considerable como horas a un día después de finalizada la hemodiálisis con el fin de evitar sesgos (Kotanko et al., 2015; Hafiz et al. 2021)

CONCLUSIONES

Más del 50% de los pacientes estudiados persistieron con hipovolemia posterior a la sesión de hemodiálisis.

No se encontró asociación entre el estado de volemia ya sea hipovolemia, euvolemia o hipovolemia con el desarrollo de efectos adversos asociados a hipoperfusión durante la sesión de hemodiálisis.

No se encontró asociación con la reclasificación del estado de volemia y cambios de cifras tensionales después de terminar la sesión de hemodiálisis.

LITERATURA CITADA

- Agarwal, R. (2010). Hypervolemia is associated with increased mortality among hemodialysis patients. *Hypertension*, *56*(3), 512–517.
<https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.110.154815>
- Agarwal, R., Leehey, D. J., Olsen, S. M., & Dahl, N. V. (2011). Proteinuria induced by parenteral iron in chronic kidney disease--a comparative randomized controlled trial. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology: CJASN*, *6*(1), 114–121.
<https://doi.org/10.2215/CJN.06020710>
- Arun Thomas, E. T., Mohandas, M. K., & George, J. (2019). Comparison between clinical judgment and integrated lung and inferior vena cava ultrasonography for dry weight estimation in hemodialysis patients. *Hemodialysis International. International Symposium on Home Hemodialysis*, *23*(4), 494–503. <https://doi.org/10.1111/hdi.12762>
- Atherton, J. C. (2006). Regulation of fluid and electrolyte balance by the kidney. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, *7*(7), 227–233. <https://doi.org/10.1053/j.mpaic.2006.04.002>
- Benghanem Gharbi, M., Elseviers, M., Zamd, M., Belghiti Alaoui, A., Benahadi, N., Trabelssi, E. H., Bayahia, R., Ramdani, B., & De Broe, M. E. (2016). Chronic kidney disease, hypertension, diabetes, and obesity in the adult population of Morocco: how to avoid “over”- and “under”-diagnosis of CKD. *Kidney International*, *89*(6), 1363–1371.
<https://doi.org/10.1016/j.kint.2016.02.019>
- Bertram, J. F., Douglas-Denton, R. N., Diouf, B., Hughson, M. D., & Hoy, W. E. (2011). Human nephron number: implications for health and disease. *Pediatric Nephrology (Berlin, Germany)*, *26*(9), 1529–1533. <https://doi.org/10.1007/s00467-011-1843-8>

- Brenner, B. M., Meyer, T. W., & Hostetter, T. H. (1982). Dietary protein intake and the progressive nature of kidney disease: the role of hemodynamically mediated glomerular injury in the pathogenesis of progressive glomerular sclerosis in aging, renal ablation, and intrinsic renal disease. *The New England Journal of Medicine*, *307*(11), 652–659. <https://doi.org/10.1056/NEJM198209093071104>
- Chambers, D., Huang, C., & Matthews, G. (2019). Renal Regulation of Water and Electrolyte Balance. In *Basic Physiology for Anaesthetists* (pp. 318-328). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781108565011.072
- Chávez-Gómez, N. L., Cabello-López, A., Gopar-Nieto, R., Aguilar-Madrid, G., Marin-López, K. S., Aceves-Valdez, M., Jiménez-Ramírez, C., Cruz-Angulo, M. del C., & Juárez-Pérez, C. A. (2017). Chronic kidney disease in Mexico and its relation with heavy metals. *Revista medica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, *55*(6), 725–734. <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2017/im176i.pdf>
- Dekker, M., Konings, C., Canaud, B., Carioni, P., Guinsburg, A., Madero, M., van der Net, J., Raimann, J., van der Sande, F., Stuard, S., Usvyat, L., Wang, Y., Xu, X., Kotanko, P., & Kooman, J. (2018). Pre-dialysis fluid status, pre-dialysis systolic blood pressure and outcome in prevalent haemodialysis patients: results of an international cohort study on behalf of the MONDO initiative. *Nephrology, Dialysis, Transplantation: Official Publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association*, *33*(11), 2027–2034. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfy095>
- Devolder, I., Verleysen, A., Vijt, D., Vanholder, R., & Van Biesen, W. (2010). Body composition, hydration, and related parameters in hemodialysis versus peritoneal dialysis patients. *Peritoneal Dialysis International: Journal of the International Society for Peritoneal Dialysis*, *30*(2), 208–214. <https://doi.org/10.3747/pdi.2008.00284>

- Hafiz, M. A. E. H., Mohamed, E. A., Mohamed, M. A. E. N., & Ahmed, M. A. E. S. (2021). Inferior vena cava diameter and collapsibility index as a marker of fluid status in regular hemodialysis patients. *The Egyptian Journal of Internal Medicine*, 33(1). <https://doi.org/10.1186/s43162-021-00072-x>
- Helal, I., Fick-Brosnahan, G. M., Reed-Gitomer, B., & Schrier, R. W. (2012). Glomerular hyperfiltration: definitions, mechanisms and clinical implications. *Nature Reviews. Nephrology*, 8(5), 293–300. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2012.19>
- Hemodialysis*. (2021, diciembre 8). National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases; NIDDK | National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. <https://www.niddk.nih.gov/health-information/kidney-disease/kidney-failure/hemodialysis>
- Hoening, M. P., & Zeidel, M. L. (2014). Homeostasis, the milieu intérieur, and the wisdom of the nephron. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology: CJASN*, 9(7), 1272–1281. <https://doi.org/10.2215/CJN.08860813>
- Hostetter, T. H., Olson, J. L., Rennke, H. G., Venkatachalam, M. A., & Brenner, B. M. (1981). Hyperfiltration in remnant nephrons: a potentially adverse response to renal ablation. *The American Journal of Physiology*, 241(1), F85-93. <https://doi.org/10.1152/ajprenal.1981.241.1.F85>
- Huang, S.-H. S., Filler, G., Lindsay, R., & McIntyre, C. W. (2015). Euvolemia in hemodialysis patients: a potentially dangerous goal? *Seminars in Dialysis*, 28(1), 1–5. <https://doi.org/10.1111/sdi.12317>
- Inrig, J. K. (2010). Intradialytic hypertension: a less-recognized cardiovascular complication of hemodialysis. *American Journal of Kidney Diseases: The Official Journal of the National Kidney Foundation*, 55(3), 580–589. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2009.08.013>

Kdigo 2022 clinical practice guideline for diabetes management in chronic kidney disease. (s/f).

Kdigo.org. Recuperado el 31 de julio de 2022, de https://kdigo.org/wp-content/uploads/2022/03/KDIGO-2022-Diabetes-Management-GL_Public-Review-draft_1Mar2022.pdf

Khan, Y. H., Sarriff, A., Adnan, A. S., Khan, A. H., & Mallhi, T. H. (2016). Chronic Kidney Disease, fluid overload and diuretics: A complicated triangle. *PloS One*, *11*(7), e0159335. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159335>

Kotanko, P., Garg, A. X., Depner, T., Pierratos, A., Chan, C. T., Levin, N. W., Greene, T., Larive, B., Beck, G. J., Gassman, J., Klinger, A. S., Stokes, J. B., & FHN Trial Group. (2015). Effects of frequent hemodialysis on blood pressure: Results from the randomized frequent hemodialysis network trials: Blood pressure in frequent dialysis. *Hemodialysis International. International Symposium on Home Hemodialysis*, *19*(3), 386–401. <https://doi.org/10.1111/hdi.12255>

La Enfermedad Renal Crónica en México. Instituto Nacional de Salud Pública. Recuperado el 31 de julio de 2022, de <https://www.insp.mx/avisos/5296-enfermedad-renal-cronica-mexico.html>

Li, Z., Lacson, E., Jr, Lowrie, E. G., Ofsthun, N. J., Kuhlmann, M. K., Lazarus, J. M., & Levin, N. W. (2006). The epidemiology of systolic blood pressure and death risk in hemodialysis patients. *American Journal of Kidney Diseases: The Official Journal of the National Kidney Foundation*, *48*(4), 606–615. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2006.07.005>

Maw, A. M., Hassanin, A., Ho, P. M., McInnes, M. D. F., Moss, A., Juarez-Colunga, E., Soni, N. J., Miglioranza, M. H., Platz, E., DeSanto, K., Sertich, A. P., Salame, G., & Daugherty, S.

- L. (2019). Diagnostic accuracy of point-of-care lung ultrasonography and chest radiography in adults with symptoms suggestive of acute decompensated heart failure: A systematic review and meta-analysis: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Network Open*, 2(3), e190703. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.0703>
- McGuire, S., Horton, E. J., Renshaw, D., Jimenez, A., Krishnan, N., & McGregor, G. (2018). Hemodynamic instability during dialysis: The potential role of intradialytic exercise. *BioMed Research International*, 2018, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2018/8276912>
- Moore, C. L., & Copel, J. A. (2011). Point-of-care ultrasonography. *The New England Journal of Medicine*, 364(8), 749–757. <https://doi.org/10.1056/NEJMra0909487>
- Renal regulation of water and electrolyte balance. (2019). En *Basic Physiology for Anaesthetists* (pp. 318–328). Cambridge University Press.
- Ritz, E. (2009). Left ventricular hypertrophy in renal disease: beyond preload and afterload. *Kidney International*, 75(8), 771–773. <https://doi.org/10.1038/ki.2009.35>
- Robinson, B. M., Tong, L., Zhang, J., Wolfe, R. A., Goodkin, D. A., Greenwood, R. N., Kerr, P. G., Morgenstern, H., Li, Y., Pisoni, R. L., Saran, R., Tentori, F., Akizawa, T., Fukuhara, S., & Port, F. K. (2012). Blood pressure levels and mortality risk among hemodialysis patients in the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study. *Kidney International*, 82(5), 570–580. <https://doi.org/10.1038/ki.2012.136>
- Rudski, L. G., Lai, W. W., Afilalo, J., Hua, L., Handschumacher, M. D., Chandrasekaran, K., Solomon, S. D., Louie, E. K., & Schiller, N. B. (2010). Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of

Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography: Official Publication of the American Society of Echocardiography*, 23(7), 685–713; quiz 786–788.
<https://doi.org/10.1016/j.echo.2010.05.010>

Ruggenenti, P., Cravedi, P., & Remuzzi, G. (2012). Mechanisms and treatment of CKD. *Journal of the American Society of Nephrology: JASN*, 23(12), 1917–1928.
<https://doi.org/10.1681/ASN.2012040390>

Santos, S. F. F., Peixoto, A. J., & Perazella, M. A. (2012). How should we manage adverse intradialytic blood pressure changes? *Advances in Chronic Kidney Disease*, 19(3), 158–165. <https://doi.org/10.1053/j.ackd.2012.03.003>

Santos, S. F. F., Peixoto, A. J., & Perazella, M. A. (2012). How should we manage adverse intradialytic blood pressure changes? *Advances in Chronic Kidney Disease*, 19(3), 158–165. <https://doi.org/10.1053/j.ackd.2012.03.003>

Torino, C., Gargani, L., Sicari, R., Letachowicz, K., Ekart, R., Fliser, D., Covic, A., Siamopoulos, K., Stavroulopoulos, A., Massy, Z. A., Fiaccadori, E., Caiazza, A., Bachelet, T., Slotki, I., Martinez-Castelao, A., Coudert-Krier, M.-J., Rossignol, P., Gueler, F., Hannedouche, T., ... Zoccali, C. (2016). The agreement between auscultation and lung ultrasound in hemodialysis patients: The LUST study. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology: CJASN*, 11(11), 2005–2011. <https://doi.org/10.2215/cjn.03890416>

Vadakedath, S., & Kandi, V. (2017). Dialysis: A review of the mechanisms underlying complications in the management of chronic renal failure. *Cureus*.
<https://doi.org/10.7759/cureus.1603>

Velez, J. C. Q., Petkovich, B., Karakala, N., & Huggins, J. T. (2019). Point-of-care echocardiography unveils misclassification of acute kidney injury as hepatorenal

syndrome. *American Journal of Nephrology*, 50(3), 204–211.
<https://doi.org/10.1159/000501299>

Vieillard-Baron, A., Millington, S. J., Sanfilippo, F., Chew, M., Diaz-Gomez, J., McLean, A., Pinsky, M. R., Pulido, J., Mayo, P., & Fletcher, N. (2019). A decade of progress in critical care echocardiography: a narrative review. *Intensive Care Medicine*, 45(6), 770–788.
<https://doi.org/10.1007/s00134-019-05604-2>

Zager, P. G., Nikolic, J., Brown, R. H., Campbell, M. A., Hunt, W. C., Peterson, D., Van Stone, J., Levey, A., Meyer, K. B., Klag, M. J., Johnson, H. K., Clark, E., Sadler, J. H., & Teredesai, P. (1998). “U” curve association of blood pressure and mortality in hemodialysis patients. Medical Directors of Dialysis Clinic, Inc. *Kidney International*, 54(2), 561–569.
<https://doi.org/10.1046/j.1523-1755.1998.00005.x>

Zhang, J., & Zhao, L. (2017). Volume assessment by inferior Vena Cava examination: Bedside ultrasound techniques and practical difficulties. *Current anesthesiology reports*, 7(4), 416–420. <https://doi.org/10.1007/s40140-017-0232-7>

Zoccali, C., Moissl, U., Chazot, C., Mallamaci, F., Tripepi, G., Arkossy, O., Wabel, P., & Stuard, S. (2017). Chronic fluid overload and mortality in ESRD. *Journal of the American Society of Nephrology: JASN*, 28(8), 2491–2497. <https://doi.org/10.1681/asn.2016121341>