



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
HOSPITAL INFANTIL DE MEXICO FEDERICO GOMEZ

Valoración de sobrecarga hídrica con bioimpedancia Pre y Post
Hemodíalisis en pacientes pediátricos mayores de 5 años con
diagnóstico de Enfermedad Renal Crónica terminal (ERCT) en el
HIMFG

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO DE SUBESPECIALISTA EN:

NEFROLOGÍA PEDIATRICA

PRESENTA:

Dra. Adriana Lima Cendón

Tutores:

Dr. Víctor Manuel Barajas Valencia

Dr. Horacio Márquez González



CIUDAD DE MEXICO

FEBRERO 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

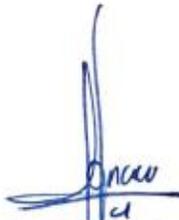
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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

Dr. Sarbelio Moreno Espinosa
Director de Enseñanza y Desarrollo Académico
Hospital Infantil de México Federico Gómez

TUTORES:



Dr. Víctor Manuel Barajas Valencia
Médico Adscrito al departamento de Nefrología Pediátrica
Hospital Infantil de México Federico Gómez



Dr. Horacio Márquez González
Medico Adscrito a medicina de Apoyo a la investigación Clínica
Hospital Infantil de México Federico Gómez

Dedicatoria:

Este trabajo es la culminación de mi formación como Pediatra.

Primeramente, agradezco a Dios por la vida que me da, por la inteligencia, habilidad y sabiduría para poder ejercer esta bella profesión, atender a los niños y poderme formar como Nefróloga Pediatra.

Agradezco a mis padres, Luis y Caty porque siempre han estado a mi lado, que me aman de una manera incondicional, los amo mucho, no hubiera podido estar donde estoy ahora sin ustedes. Gracias a Dios por su vida, espero que sigamos cosechando muchos éxitos juntos. Lo logramos

Agradezco a mis hermanos Eduardo y Daniela porque siempre he recibido su apoyo, quienes siempre me entienden cuando me tengo que quedar hasta tarde y son los mejores. Gracias a mi cuñado Iván por también entenderme y darme ánimos cuando lo necesito.

Agradezco a mi familia, tíos, tías, primos y amigos por estar conmigo, por ser comprensivos conmigo, confiar en mí y que son los mejores y la mejor familiar que pudiera tener. Los amo

Agradezco a mi prometido Carlos que día a día está conmigo dándome ánimos diciendo que no me rinda.

Agradezco a mis maestros y tutores por ser tan pacientes conmigo, mi tutor Dr. Víctor por enseñarme, hasta por regañarme cuando lo necesito, gracias porque es un gran ejemplo a seguir.

Principalmente agradezco a los niños porque a través de ellos es que puedo aprender, cada uno de ellos deja huella en mi corazón me alegra verlos crecer y mejorar, nunca se rindan y me motivan a ser cada día mejor por ellos.

Se dice fácil pero el tener fuerzas para seguir día a día, el no rendirse cuando se ve a muchos alrededor desistir, así que también doy merito a todo el esfuerzo y dedicación a mí. Felicidades Adry, felicidades a esa mujer que tenía el sueño de ser Nefróloga Pediatra, lo lograste.

INDICE

Resumen	5
Antecedentes	7
Marco Teórico	8
Planteamiento del Problema	18
Pregunta de Investigación	19
Justificación	18
Hipótesis	19
Objetivos	20
Metología	21
Plan de Análisis Estadístico	23
Descripción de Variables	23
Resultados	26
Discusión	33
Conclusiones	35
Cronograma	36
Referencia Bibliográfica	37
Limitaciones de estudio	39
Anexo	40

Resumen

Antecedentes: La sobrecarga hídrica es una de las complicaciones más frecuentes con las que cursan los pacientes con ERCT en terapia de sustitución renal, la cual se asocia a complicaciones cardiovasculares como arritmias, miocardiopatía, eventos vasculares cerebrales o en casos graves paro cardíaco, siendo documentado en estudios de la IPPDN (International Pediatric Peritoneal Dialysis Network), pudiendo tener regresión en 50% con un adecuado manejo del estado hídrico y adecuación de peso seco. Para este ajuste se utilizan parámetros clínicos y se ha empleado el uso de diversos métodos como la bioimpedancia, para evitar hipervolemia o UF excesiva y llevar al paciente a una determinación más exacta de su peso seco. Por lo que una adecuada diálisis y ultrafiltración mejoran la calidad de vida y sobrevida en estos pacientes.

Justificación: La mayoría de los pacientes con ERCT en el HIMFG se encuentran con afección cardiovascular, principalmente asociada a sobrecarga hídrica, lo cual dificulta el establecimiento de peso seco, ya que estos pacientes se encuentran en crecimiento y con alteraciones del estado nutricional, por lo que es necesario el apoyo de un método más eficaz para evaluar el estado de hidratación y composición corporal. Dentro de los métodos que contamos para esto, está la valoración clínica y el uso de bioimpedancia espectroscópica. Sin embargo, no existe una herramienta específica para la detección de hipervolemia y existen pocos estudios al respecto.

Este trabajo intenta establecer la bioimpedancia como método diagnóstico con mayor impacto con respecto a los datos clínicos, para una mejor adecuación de peso seco y disminuir la mortalidad en estos pacientes.

Hipótesis: La sobrecarga hídrica en pacientes con ERCT, se detecta con mayor frecuencia mediante el uso de bioimpedancia en comparación con los datos clínicos.

Objetivo: Evaluar la presencia de sobrecarga hídrica a través del método del uso de datos clínicos en comparación con bioimpedancia en pacientes con ERCT en hemodiálisis

Metodología Estudio observacional, descriptivo y prospectivo, se incluyeron 17 pacientes con ERCT en la unidad de Hemodiálisis en el HIMFG. Se recabó información demográfica, etiología de ERC, tiempo en hemodiálisis, exploración física, y realización de bioimpedancia pre y post hemodiálisis en cada paciente para determinar la sobrecarga hídrica, clasificándolos con base al porcentaje de sobrecarga hídrica en: sobrecarga hídrica leve <3%, sobrecarga hídrica moderada 4-6% y sobrecarga severa >6%. Se elaboró base de datos digital y a partir de la información recabada. Con la ayuda de Microsoft Excel, se determinaron medidas de tendencia central, (media y mediana). Y con la ayuda de paquete estadístico SPSS de IBM versión 25 para MAC se realizó análisis descriptivo, las variables cuantitativas se expresaron en medianas y rangos intercuartílicos y las variables

cualitativas en frecuencias absolutas y porcentajes, se realizó análisis estadístico y descripción de los resultados obtenidos contrarrestándolos con algún otro estudio que se haya hecho al respecto.

Resultados: Se incluyeron 17 pacientes, de los cuales 4 eran género femenino y 13 género masculino. La etiología más frecuente fue indeterminada (n=8), y con una evolución de terapia de sustitución renal promedio de 2.1 años. Con respecto a la determinación de sobrecarga hídrica, predominó la categoría de sobrecarga leve menor al 3% (n=9), sin obtener diferencia entre la determinación de la sobrecarga hídrica a través de la medición del peso inicial contra la bioimpedancia.

Conclusiones: El uso de bioimpedancia en contra de los signos clínicos, no tuvo mayor impacto en el ajuste de UF y determinación de peso seco, por lo que es necesario investigar el empleo de otros métodos de imagen y parámetros como es POCUS pulmonar, ecografía de vena cava, proBNP para poder llevar a cabo esta determinación de manera más eficaz.

Antecedentes

La Enfermedad Renal (ERC) se considera un daño renal progresivo e irreversible, que debe persistir durante tres meses o más, y es desencadenado por daños estructurales o funcionales, que afectan o no la tasa de filtrado glomerular. Esta enfermedad produce complicaciones específicas a corto, mediano y largo plazo, tanto en el desarrollo, crecimiento, afección en el metabolismo óseo, nutricionales, psicosexuales y cardiovasculares.⁽¹⁾

La prevalencia de la ERC a nivel mundial es hasta 309 casos por cada millón en menores de 20 años. En cuanto a datos epidemiológicos existe un subregistro en la población pediátrica con ERC, ya que durante los primeros estadios no presenta signos y síntomas, sin embargo, se ha estimado de entre 10 – 12 pacientes por cada 1,000,000 de habitantes presenta ERC, con una prevalencia de alrededor 60 niños por 1,000,000 predominando el género masculino. En el 2017 en Taiwán se realizó un reporte para evaluar enfermedades de alto costo y se vio que era el país con la mayor incidencia y prevalencia a nivel global, y se vio a nivel Latinoamérica Chile era el primer lugar con 180 casos por cada millón de habitantes.

Dentro de las primeras causas de ERC en el paciente pediátrico se encuentran las malformaciones del riñón y vía urinaria como: reflujo vesico ureteral, hidronefrosis, valvas de uretra posterior. Seguida por la presencia de glomerulopatías; síndrome nefrótico, y en otra categoría englobando a las enfermedades hereditarias o enfermedades sistémicas.

Anteriormente la ERC era responsable de una alta mortalidad en la edad pediátrica, sin embargo, actualmente con los nuevos medicamentos y terapias la sobrevida ha mejorado significativamente.

Se ha descrito la ERC como la enfermedad crónica más olvidada, sin embargo, representa, un grave problema de salud en México y a nivel mundial, siendo también la segunda causa de años de vida perdidos en Latinoamérica. La muerte por enfermedades renales es más alta en países en vías de desarrollo debido al acceso y la variedad en servicios de salud. La enfermedad Renal Crónica, se asocia a enfermedad cardiovascular, siendo esta, la mayor causa de mortalidad en un 25%. Se puede manifestar como cardiomiopatía con hipertrofia de ventrículo izquierdo secundaria a sobrecarga de volumen o como disfunción sistólica por disminución de contractibilidad. Por lo que tener un adecuada volemia disminuye cardiomiopatía y aumento de morbimortalidad.

El inicio de terapia de sustitución renal es indicación para Pacientes con ERCT (TFG <15 ml/min 1.73 m²), existen indicaciones absolutas niños de Síndrome urémico, hiperkalemia refractaria, retraso en el crecimiento, anemia.⁽¹⁸⁾

La presencia de hiperkalemia es una de las complicaciones presentes en pacientes con ERCT, mientras va disminuyendo la tasa de filtrado glomerular va disminuyendo

la excreción de potasio. Siendo una indicación de inicio de diálisis la hiperkalemia refractaria a tratamiento conservador.

La estimación de peso seco se considera un modelo de ensayo-error, constituye un desafío clínico, sirve de referencia del estado hídrico en pacientes en diálisis. Evitando complicaciones que conlleva hipervolemia a disfunción cardíaca e hipertensión o en su defecto hipotensión, hipoperfusión, mala tolerancia a diálisis. Para algunos autores el peso seco es inseguro si se define solamente por clínica, por lo que uno de los métodos más utilizados es la bioimpedancia. En 2008 en Cartagena se hizo un estudio transversal en 127 pacientes mayores de 18 años tomando en cuenta datos clínicos como edema, calambres teniendo significancia con un 4.8% quienes se encontraban euvolémicos contra pacientes sobrehidratados. Teniendo como resultado que el edema o los calambres y el uso de bioimpedancia no establece diferencias para determinar el peso seco.

El examen físico junto con la evaluación de la presión arterial prediálisis y el aumento de peso interdialisis es la principal forma de evaluación de estado hídrico, sin embargo, no es suficiente para optimizar el peso objetivo, ya que el examen físico es insensible a sobrecarga hídrica hasta cuando esta se acerca a 10%, la presión arterial no está determinada solamente por volumen y la confusión por aumento de peso nutricional en un 10% por semana se puede ver afectado. En 2018 se realizó un estudio retrospectivo en 3 centros pediátricos con 23 niños se midió la relación de la presión arterial y el estado de hidratación por bioimpedancia; dividiendo a los pacientes en hipohidratación <-7 , con un 24% de ellos con hipertensión, y aquellos con sobrecarga grave $>15\%$ el 47% se encontraban normotensos, requiriendo la utilización de bioimpedancia para peso seco y no guiado por clínica.

Marco Teórico

La enfermedad renal crónica se define como “presencia de daño renal funcional o estructural persistente por un tiempo mínimo de 3 meses interpretando la afección funcional por una TFG disminuida $<60\text{ml}/\text{min}/1.73\text{m}^2$ y la presencia de marcadores de daño renal como lo son: presencia de Albuminuria, sedimento urinario alterado, desequilibrio hidroelectrolítico secundario a trastornos de tipo tubular, y los cambios estructurales detectados por prueba de imagen o cambios histológicos documentados en la biopsia renal.

En lactantes menores de 3 meses de vida, el diagnóstico se puede realizar sin tener que esperar 3 meses, como es el caso en el cual se detecta una anomalía congénita renal o del tracto urinario que será un factor de riesgo para el desarrollo de ECR (1).

Dentro de la estadificación de la ERC se evalúa la progresión de la misma con base a la tasa de filtrado glomerular, su deterioro implica una disminución de nefronas funcionales. La clasificación actual establecida para su estadiaje es la de KDIGO 2012 (1). Ver Imagen 1

KDIGO 2012			Albuminuria		
			Categorías, descripción y rangos		
			A1	A2	A3
			Normal a ligeramente elevada	Moderadamente elevada	Gravemente elevada
Filtrado glomerular			< 30 mg/g ^a	30-300 mg/g ^a	> 300 mg/g ^a
Categorías, descripción y rangos (ml/min/1,73 m ²)					
G1	Normal o elevado	≥ 90			
G2	Ligeramente disminuido	60-89			
G3a	Ligera a moderadamente disminuido	45-59			
G3b	Moderada a gravemente disminuido	30-44			
G4	Gravemente disminuido	15-29			
G5	Fallo renal	< 15			

Imagen 1. Clasificación de ERC KDIGO 2012

La epidemiología de la Enfermedad Renal Crónica Terminal (ERCT) es incierta, por un infradiagnóstico, ya que en etapas tempranas de la enfermedad no ocasiona sintomatología y un subregistro por servicios de salud disponibles para su manejo. La incidencia anual en los diferentes continentes se estima en Europa 11.9 casos por millón; América Latina 2.8-15.8 casos por millón, en África oscila 1- 3 casos por millón, teniendo recursos de salud limitados la tasa menos publicada de ERCT.(2)

En la edad pediátrica, la ERC es más frecuente en hombres y las alteraciones estructurales o malformaciones de riñón y vía urinaria (uropatía obstructiva, displasia renal, hipoplasia renal, etc.) son la principal causa de incidencia y prevalencia con más de 50%, seguidas de enfermedades quísticas renales, glomerulopatías primarias o secundarias y otros trastornos de índole genético, como Cistinosis, oxalosis, síndrome de Alport.(3)

En la fisiopatología de la enfermedad renal crónica, la progresión se debe a factores secundarios como hipertensión arterial sistémica, hipertensión intraglomerular, hipertrofia glomerular, alteración en metabolismo de prostanoides.

La reducción de las nefronas desencadena cambios adaptativos en las nefronas restantes. A nivel glomerular existe inicialmente vasodilatación de la arteriola aferente, aumentando el filtrado glomerular, traducido como hiperfiltración, siendo este un mecanismo compensador, al agotarse sigue progresión con datos como proteinuria, hipertensión y ERCT.(4) El aumento de la presión arterial genera vasoconstricción de arteriola aferente, participando mecanismo reflejo miogénico en arteriola aferente esto hace que exista contracción cuando la tensión arterial media aumenta o causa dilatación al momento que la tensión arterial media disminuye, y un efecto retroalimentación túbulo-glomerular regulada de acuerdo a la concentración de sodio en mácula densa, este efecto depende de factores como óxido nítrico o angiotensina II, causando constricción en arteriola aferente para regular el filtrado glomerular y adenosina. La reducción crónica de la luz vascular progresa a hipertrofia de músculo liso y fibrosis de pared vascular; dando como resultado nefrosclerosis hipertensiva(4).

Dentro de la enfermedad renal crónica existen diferentes alteraciones, a nivel Hematológico; anemia, consecuencia de una reducción en la producción de eritropoyetina, principalmente en pacientes con tasa de filtrado glomerular (TFG) <40 ml/min 1.73 m², al iniciar diálisis peritoneal la anemia es muy frecuente y se ha asociado a una alta morbi-mortalidad. A nivel óseo llegando a tener deformidades óseas, raquitismo, calcificaciones vasculares con un riesgo incrementado de fracturas. A nivel nutricional la ERCT está acompañado de un estado de catabolismo e inflamación sistémica dando resultado una desnutrición calórico-proteica es ocasionada por un incremento de factores neuroendocrinos y citocinas resultando hipertrigliceridemia, además con disminución de ingesta. (6)

Pacientes con ERC que evolucionan a ERCT (TFG <15 ml/min 1.73 m²), son aquellos que requerirán inicio de diálisis en un periodo no más de 6 meses, ya que la TFG proporciona una estimación de nefronas funcionales residuales. El nivel de función renal para inicio de terapia de reemplazo es incierto, sin embargo, se estima que una TFG entre 10-15 ml/min 1.73 m² es indicación de diálisis. Existen indicaciones absolutas para inicio de terapia de reemplazo renal; afección neurológica secundaria a uremia es una de las indicaciones absolutas de diálisis, la presencia de pericarditis náusea o vómito refractaria, al igual que hipertensión refractaria a tratamiento médico o la presencia de edema agudo pulmonar que no responde al uso de diuréticos. Las indicaciones relativas para diálisis consisten en

la persistencia de síntomas como: astenia, adinamia, disfunción cognitiva, alteración de ciclo sueño-vigila, principalmente, retraso en el crecimiento, alteraciones en el metabolismo mineral óseo.(18)

La presencia de hiperkalemia es una de las complicaciones presentes en pacientes con ERCT, mientras va disminuyendo la tasa de filtrado glomerular va disminuyendo la excreción de potasio. Siendo una indicación de inicio de diálisis la hiperkalemia refractaria a tratamiento conservador.

Dentro del tratamiento para la ERCT, el trasplante renal es la opción preferida para estos pacientes, sin embargo, en muchas ocasiones no es la primera opción por no contar con posible donador relacionado entre otras afecciones psicosociales.(18)

La mayoría de los pacientes adultos se encuentran en modalidad de hemodiálisis. Sin embargo, en pacientes pediátricos la modalidad de diálisis peritoneal es la más frecuente, con ventaja durante los primeros años de tratamiento, con preservación de función renal residual, con mejoría de aclaramiento de urea en estos pacientes, además de que terapia de diálisis peritoneal puede realizarse en casa e intentar continuar con actividades escolares y cotidianas. También permite una mejor nutrición y calidad de vida en estos pacientes.

Los pacientes que están en hemodiálisis esta a asociado a una mayor morbi-mortalidad, disminuyendo la función renal residual llegando a estar en anuria y con esto una limitación más enérgica en cuanto a los líquidos diarios permitidos y con ellos una restricción hídrica más estricta, lo cual los predispone al desarrollo de sobrecarga hídrica.

La hemodiálisis se asocia con mayor desnutrición, mayor alteraciones en el metabolismo mineral óseo y vasculares. Además de que requieren acudir a sesiones de hemodiálisis en ámbito hospitalario y con limitaciones escolares.

Hasta el momento no hay estudios que apoyen de manera absoluta cualquiera de las dos terapias de reemplazo, principalmente las limitantes para el uso de hemodiálisis son aquellos pacientes que no toleren cambios rápidos en el volumen plasmático; por lo que en pacientes lactantes se prefiere el uso de diálisis peritoneal y por lo que basamos este estudio en aquellos paciente que han tolerado esta modalidad.(5)

Dentro de las complicaciones de las terapias de reemplazo renal con hemodiálisis son: Dificultad de acceso vascular, anemia refractaria. La desnutrición calórica es una complicación frecuente en pacientes con terapia de sustitución renal con hemodiálisis, encontrándose en un 75% de los pacientes. La desnutrición y la inflamación crónica a la que están sometidos cada sesión, son los factores más importantes para riesgo cardiovascular y mortalidad en estos pacientes por el desarrollo de aterosclerosis. La pérdida de masa muscular predominante en pacientes con ERCT y está particularmente presente en pacientes en HD periódicas con incremento de catabolismo y pérdida de músculo. Requiriendo mediciones bioquímicas como niveles de albumina, prealbúmina, transferrina y colesterol. Y

medición física con peso, talla, con IMC. Mediciones de la masa muscular con diferentes aparatos como bioimpedancia.(7)

A nivel cardiovascular los niños con Enfermedad Renal Crónica Terminal tienen un riesgo incrementado de enfermedad cardiovascular, y esta es la primer causa de mortalidad en niños y jóvenes. Paro cardiaco, arritmias, miocardiopatía y enfermedad cardiovascular son las principales causas. Los factores de alto riesgo son: Diabetes ya sea tipo I o II, un riesgo moderado: obesidad, hipertensión, dislipidemia, hipertrofia de ventrículo izquierdo, antecedente de cáncer y radiación a nivel de tórax. Riesgo bajo con riesgo de aterosclerosis acelerada: Lupus Eritematoso Sistémico. Hallazgos en la red internacional de diálisis peritoneal pediátrica (IPPN) con datos de muertes por causa cardiovascular en niños con diálisis ha ido en aumento de 17.7 a 23.4 muertes por cada 1000 pacientes al año en los últimos 14 años, resultando una acumulación de factores convencionales y relacionados con uremia, la hipertrofia ventricular izquierda tiene una prevalencia de 30 % al 73% en niños dializados.

En el 2017 la Academia Americana de Pediatría definió a hipertensión arterial sistémica, como un incremento superior a percentil 90 para la talla en tres mediciones diferentes. La prevalencia en ERCT es de 50-70%, generalmente se debe a la expansión de volumen o a la activación del sistema renina angiotensina aldosterona o a uso de medicamentos como corticoesteroide, inhibidores de calcineurina. La HTA se clasifica primeramente de acuerdo a edad de 1 a 13 años y para niños mayores de 13 años como se muestra en la imagen 2.(8)

Definiciones actualizadas de la Academia Estadounidense de Pediatría de 2017 para las categorías de presión arterial pediátrica

	Para niños de 1 a <13 años	Para niños de ≥13 años
PA normal	PA sistólica y diastólica < percentil 90	PA sistólica <120 y PA diastólica <80 mmHg
PA elevada	PA sistólica y diastólica ≥ percentil 90 ^a < percentil 95 ^b o 120/80 mmHg a < percentil 95 ^c (el que sea más bajo)	PA sistólica de 120 a 129 y PA diastólica <80 mmHg
Etapas 1 HTA	PA sistólica y diastólica ≥ percentil 95 ^a < percentil 95 ^b + 12 mmHg, o 130/80 a 139/89 mmHg (lo que sea menor)	130/80 a 139/89 mmHg
Etapas 2 HTA	PA sistólica y diastólica ≥ percentil 95 ^a + 12 mmHg, o ≥ 140/90 mmHg (lo que sea menor)	≥140/90 mmHg

PA: presión arterial; HTA: hipertensión.

Imagen 2. Clasificación de Presión Arterial de acuerdo a edad.

Como consecuencia de la hipertensión arterial y sobrecarga mecánica o hemodinámica hay afección cardíaca con hipertrofia ventricular izquierda ya sea concéntrica por hipertensión o excéntrica asociada a anemia y sobrecarga de volumen.

La etiología de la HTA es multifactorial, pero en aquellos pacientes que se encuentran con TRR en HD y con oligoanuria, la sobrecarga hídrica es el principal factor que se debe controlar para el control de esta. Por lo que establecer un peso seco en estos pacientes se vuelve como se ha mencionado un reto, ya que este parámetro es dinámico en los pacientes pediátricos con relación al crecimiento y estado nutricional.

En pacientes con hemodialisis hacer una correcta estimación de peso seco además de mantenerlo, es un parámetro que indica una adecuada diálisis y ultrafiltración. El peso seco es aquel peso posterior a sesión de diálisis en el que el paciente no experimenta episodios de hipotensión y se mantiene asintomático. (9) Para el cálculo de peso seco está basado en un sistema intuitivo que para determinar el estado de hidratación se utilizan datos clínicos; ganancia de peso Interdiálisis, presión arterial, hipotensión intradiálisis. Hasta un 10% de pacientes con normotensión presentan sobrehidratación, además la presencia de edema, que es otro dato indicativo de sobrehidratación es un dato tardío, ya que puede no ser detectable hasta que la sobrecarga sobrepase 30% del volumen normal, por lo que basarnos solamente en datos clínicos nos quedaríamos limitados para adecuar el peso seco. (9)

La estimación de peso seco está regulado por la presencia de proteínas séricas, por función renal residual y estado nutricional. El peso seco definido como aquel peso posterior a diálisis en el cual el paciente se mantiene asintomático, sin presencia de signos de edema ni datos hipotensión interdialítica; es decir un estado de euvolemia y es cambiante en estos pacientes por la ganancia de peso y crecimiento esperada en pacientes pediátricos. La estimación de peso seco está relacionada como un modelo de ensayo error, los datos clínicos que se utilizan para su establecimiento son primeramente síntomas como cefalea, calambres, disnea, signos tales como edema, estertores crepitantes, peso, presión arterial y estudios de imagen como radiografía de tórax buscando índice cardiorácico e infiltrados. La ultrafiltración está determinada por la cantidad de líquido que se elimina durante cada sesión de diálisis, dependiendo de la ganancia de peso interdialítico. Un exceso de ultrafiltración incrementa riesgo de hipotensión arterial, relacionado a isquemia miocárdica con infarto al miocardio o cerebral.⁽¹⁹⁾ Para evitar el riesgo de hipovolemia en esos pacientes la ultrafiltración no debe exceder 1.5-2% con respecto al peso seco por hora.

La sobrecarga hídrica se atribuye a una disfunción excéntrica de ventrículo izquierdo asociada a insuficiencia cardíaca y aumento de mortalidad. En los pacientes lo determinamos en base a peso o en base a balance hídrico. ⁽¹⁸⁾

Basada en peso corporal

$$\% = \frac{\text{Peso Actual} - \text{Peso Inicial (Seco)}}{\text{Peso Inicial (Seco)}} \times 100$$

Basado en balance Hídrico

$$\% = \frac{\text{Balance Hídrico acumulado (L)}}{\text{Peso Inicial (Seco)}} \times 100$$

Por lo tanto, es necesario utilizar además de la clínica otros métodos como es bioimpedancia para detectar cambios en la volemia y para poder predecir peso seco de una manera más objetiva.

Entre los métodos adicionales tenemos inicialmente radiografía de tórax ya que puede ser capaz de detectar datos de congestión pulmonar y datos de cardiomegalia e índice cardiorácico, en pacientes con presencia de edema agudo pulmonar podemos observar las líneas de Kerley las cuales pueden ser A y B; las líneas A se observan a nivel de ápice pulmonar observándose en radiografía lateral.

Las líneas B se encuentran en área costo diafragmático. Se puede observar cefalización de flujo por presencia de dilatación de vasos sanguíneos en el primer espacio intercostal. El paso de líquido a espacio intersticial en alveolos se observa como infiltrados difusos y bordes mal definidos, desvaneciéndose en la periferia principalmente en porciones centrales de los lóbulos, dado que aunque este método

no es invasivo, se requiere de radiación en pequeñas cantidades y su uso de rutina no es práctico para los pacientes; además la detección por este medio las pequeñas variaciones de volumen no pueden ser detectadas, no cumpliendo un requerimiento necesario de manera rutinaria para adecuar volumen en estos pacientes.(9)

Otro método de utilidad es la ecografía para visualizar colapsabilidad de la vena cava inferior, el diámetro está relacionado con la presión de la aurícula derecha y además con el volumen plasmático, en los últimos años se ha convertido una herramienta para el monitoreo en pacientes críticos, mejorando la fluidoterapia. La sobrecarga hídrica altera acoplamiento veno - ventricular con aumento en la capacitancia venosa, con disminución de precarga ventricular. Aumentando presión hidrostática y con un menor flujo capilar. Este método se puede tener a la cabecera del paciente, sin embargo, en pacientes con enfermedad renal crónica el momento de la medición es importante, el relleno vascular después de la diálisis es al menos 2 hrs después de la diálisis y por tiempo no es posible en la práctica diaria, además que la realización de USG y la detección de variaciones en ven cava depender de experiencia de operador.(12)

Existen también biomarcadores cardiacos como péptido natriurético tanto BNP como NT pro BNP es recientemente utilizado de manera pronóstica en pacientes con sobrecarga hídrica , los niveles elevados marcan de manera indirecta sobrehidratación por dilatación de ventrículo izquierdo, sin embargo paciente que cursen con datos de insuficiencia cardiaca pueden también incrementar biomarcadores, el aclaramiento renal de estos biomarcadores puede estar influenciada en pacientes con ERC, no habiendo un parámetro específico para estos pacientes.

La impedancia es la oposición que muestra un conductor a una corriente eléctrica. Se utiliza para valorar y analizar la composición corporal; arroja datos del estado de hidratación y nutrición del paciente. La bioimpedancia eléctrica; basándose en el principio de tejidos biológicos que se comportan como conductores o aislantes de corriente eléctrica y depende de su composición. Así, midiendo por medio de una corriente alterna dando como resultado de la resistencia interpretada como la oposición de las soluciones iónicas intra y extracelulares al paso de la corriente. Midiendo estado de hidratación y nutricional. Hay diferentes formas para la realización de este método uno de ellos es paso de corriente monofrecuencia de baja intensidad por 4 electrodos; dos en la mano y dos en el pie del mismo hemicuerpo. Esta prueba no causa dolor por una intensidad de corriente muy baja de 50kHz. El paso de la corriente eléctrica en el cuerpo humano, este se comporta como cilindro, la impedancia es directamente proporcional a la longitud e inversamente proporcional a sección transversal. (11) El cuerpo humano ofrece oposición por dos componentes, resistencia que ofrece el fluido intra y extracelular, y la reactancia de las membranas celulares. La bioimpedancia en pacientes que se encuentran en hemodialis se puede realizar pre hemodialis o posterior, tras estar en posición supina 5 minutos en reposo sin materiales mecánicos, se colocan 2 electrodos en muñeca y dorso de la mano contraria al acceso vascular y 2 electrodos en el pie ipsilateral; los electrodos que pasan corriente son electrodos

rojos y los electrodos que leen la corriente de color negro siendo circuito cerrado y su longitud es la altura de nuestro paciente. Hay dispositivos de mono frecuencia en los que la membrana celular actúa como aislante evitando que la corriente eléctrica penetre en la célula. Y la corriente eléctrica fluye en el espacio extracelular (ECW). Existen dispositivos de multifrecuencia en los que la corriente penetra en la membrana celular permitiendo pasar al espacio intracelular (ICW).(17) La bioimpedancia electroscópica la cual es la que tenemos disponible en el hospital utiliza un modelo matemático para determinar la resistencia eléctrica primeramente de ICW y ECW y después, de esta forma es capaz de identificar la sobrehidratación individual (OH). Este método es rápido, fácil uso, permitiendo el ajuste de peso seco y una muy buena opción para el seguimiento del estado de hidratación en estos pacientes.(11)

A través de la bioimpedancia se valoran los siguientes parámetros clínicos hablando de hidratación:

- Sobrehidratación (OH)
- Agua Corporal (L)
- Volumen Extracelular (ECW)
- Nuevo peso seco

Para composición corporal:

- Masa de Tejido Magro (LTM) para comparar con población del mismo sexo y edad.
- Masa de Tejido Adiposo (ATM)
- IMC

Esto interpretamos principal valoración es la sobrehidratación (OH) , también podemos utilizar cociente (OH/ECW) como factor predictivo de mortalidad, sin embargo, no es objetivo de este estudio.(20)

La evaluación de peso seco es desafiante por que empiezan a tener cambios rápidos de peso. Se utiliza como herramienta para esta evaluación la espectroscopia de bioimpedancia. Para distinguir exceso de líquido extracelular de tejido adiposo y magro la bioimpedancia evalúa de manera objetiva la sobrehidratación. No existe un estándar de oro para cuantificar exceso de líquido extracelular, debería estar ausente en pacientes sanos. En un estudio realizado en Reino Unido en El manejo en la hemodiálisis de los líquidos afecta a la mortalidad y morbilidad de los pacientes. La sobrehidratación de manera sostenida aumenta la morbimortalidad, ya que este estado persistente es un factor predictor independiente de mortalidad La eliminación de líquidos de una manera ineficaz puede ocasionar edema e insuficiencia cardiaca, así como un exceso de eliminación ocasiona inestabilidad hemodinámica como hipotensión, mareo, calambre, perdida acelerada de función renal residual. Tanto el exceso de líquidos como la depleción de líquidos conlleva a un mayor riesgo de morbi-mortalidad. La determinación del estado óptimo de líquidos en pacientes con terapia de reemplazo de función renal con diálisis o hemodiálisis, la evaluación del estado hídrico del paciente se basa en

signos y síntomas. Existe prueba de peso seco en la que consiste en reducción progresiva de peso objetivo hasta que el paciente comience a presentar sintomatología y en un estudio realizado en niños en el 2018 donde se compararon pacientes de 2 a 17 años sanos con niños en hemodiálisis para valorar los datos de sobrehidratación, realizando medición de Bioimpedancia de cuerpo entero posterior a reposo de 5 minutos, se midió de lado dominante y en niños con hemodiálisis igualmente en lado dominante previo al inicio de diálisis 1 vez al mes por lo menos durante 8 meses. Mide la impedancia de todo el cuerpo en 50 frecuencias y determina la resistencia extracelular y corporal para estimar volumen intravascular y extracelular utilizando el modelo de volumen fluido. (12)

Este modelo de 3 compartimentos utiliza estos volúmenes para separar peso corporal en masa de tejido magro hidratado/masa de tejido adiposo hidratada/exceso de líquido sobrehidratación La sobrehidratación es la discrepancia entre peso corporal real y el peso normalmente hidratado, siendo este positivo o puede ser negativo, lo normal esta típicamente en un rango -1.1 a 1.1 Lt. (16).

El uso de diversos marcadores y herramientas se ha utilizado principalmente en pacientes críticos, correlacionando la sobrecarga de volumen, se infiere que el uso de estas herramientas en pacientes crónicos pueda tener un impacto para mejoría de volemia corporal y poder ser utilizado de manera rutinaria para adecuación de peso seco. (18)

Planteamiento del Problema

Los pacientes con ERC que se encuentran en estadio 5 que requieren terapia de reemplazo renal, han incrementado su supervivencia con el uso de nuevos medicamentos y el uso de terapias de sustitución renal. Sin embargo, estos pacientes que evolucionan a la edad adulta la principal causa de mortalidad es secundaria a complicaciones cardiovasculares. El paro cardíaco como primer lugar, en segundo lugar, la presencia de arritmias, miocardiopatía y EVC. Teniendo 100 veces mayor mortalidad por eventos vasculares cerebrales en comparación con la población general. Este riesgo es por la presencia de hipertensión, hipertrofia de ventrículo izquierdo, dislipidemia y una alteración en el metabolismo mineral óseo.

En niños sometidos a Hemodialisis debemos tener en cuenta aspectos que nos ayuden a monitorizar los cambios de volumen intradialisis en el volumen sanguíneo. A final de cada sesión de hemodialisis el niño debe estar en peso seco.

La hipertensión con una TA superior medida en 3 ocasiones separadas, ocasionada por estado de hipervolemia y por activación del sistema renina angiotensina aldosterona, algunas veces asociada a medicamentos adyacentes.

La sobrecarga hídrica incrementa la morbilidad cardiovascular en estos pacientes en estadio terminal de la enfermedad. Disminuimos este factor de riesgo optimizando el peso seco y la ultrafiltración. Para el ajuste de peso seco en niños de una manera tradicional se basa en las condiciones clínicas junto con datos recabados en síntomas interdialíticos, si el paciente presenta hipotensión en casa principalmente. Para la detección de hipervolemia contamos con diferentes técnicas disponibles tales como uso de Bioimpedancia por espectroscopia, ecocardiograma y el uso de ultrasonido. Contando en el hospital con bioimpedancia y buscando la manera menos invasiva en estos pacientes con la exploración física, se infiere que alguna de estas dos herramientas pueda ser más sensible para detectar sobrecarga hídrica y poder ajustar prescripción de hemodialisis y con esto ajustar peso seco disminuyendo mortalidad de origen cardiovascular.

Pregunta de investigación

¿El uso de bioimpedancia pre y post hemodiálisis detecta la sobrecarga hídrica en pacientes con enfermedad renal crónica mayores de 5 años con ERC en el HIMFG?

P Pacientes mayores de 5 años con Enfermedad Renal Crónica en hemodiálisis

I: Uso de Bioimpedancia como prueba diagnóstica para detección de sobrecarga hídrica

C: Comparación bioimpedancia y datos clínicos en los pacientes pre y post hemodiálisis para valorar estado hídrico y sobrecarga hídrica

O: Valoración de sobrecarga hídrica con bioimpedancia en pacientes con ERCT en hemodiálisis.

Sobrecarga hídrica VARIABLE DEPENDIENTE

Justificación

Los pacientes con ERC tienen una alta mortalidad, dentro de las primeras causas de mortalidad se encuentran las complicaciones cardiovascular; la sobrecarga hídrica contribuye en estos pacientes, además estos pacientes se encuentran en un estado de desnutrición es necesario la realización de un método para evaluar la composición corporal; la bioimpedancia espectroscópica, evaluando los compartimentos identificándolos en masa magra, masa grasa y agua corporal pudiendo evaluar el estado nutricional y estado hídrico, siendo útil para la toma de decisiones en cuanto a peso seco.

No existe una herramienta específica para la medición de sobrecarga hídrica en pacientes pediátricos para establecerlo como Gold estándar, existen marcadores por laboratorios e imagen para detección de sobrecarga hídrica. Este trabajo puede ayudar para utilizar esta herramienta de bioimpedancia que sería de mayor impacto con respecto a los datos clínicos que presentan los pacientes en ERCT.

Hipótesis

Ho: La sobrecarga hídrica en pacientes con ERCT, se detecta con mayor frecuencia mediante el uso de bioimpedancia en comparación con los datos clínicos.

Ha: La sobrecarga hídrica en pacientes con ERCT, no se detecta con mayor frecuencia mediante el uso de bioimpedancia en comparación con los datos clínicos.

Objetivos

Objetivo Principal

-Evaluar es estado hídrico con el uso de Bioimpedancia para valorar sobrecarga hídrica en pacientes con ERCT en hemodialisis

Objetivos Específicos:

- Comparar el uso de bioimpedancia y datos clínicos para detectar sobrecarga hídrica

-Adecuar peso seco en pacientes con Hemodialisis

-Analizar el impacto de la composición corporal

- Establecer la correlación entre los parámetros clínicos y parámetros de bioimpedancia para la detección de sobrecarga hídrica.

Metodología

Diseño:

Se trata de un estudio observacional, prospectivo, descriptivo

Población:

Pacientes mayores de 5 años y menores de 18 años con diagnóstico de ERCT en terapia de sustitución renal con hemodiálisis, con más de 1 mes de evolución en el Hospital Infantil de México Federico Gómez.

Criterios de Inclusión:

- Pacientes con diagnóstico de Enfermedad Renal Crónica Terminal en Hemodiálisis.
- Edades entre 5 y 18 años.
- En tratamiento de más de 1 mes de evolución en Hemodiálisis en los cuales se haya establecido peso seco.
- Pacientes que cumplan con las especificaciones para la realización de Bioimpedancia.
- Pacientes que quieran participar en el estudio previo consentimiento.

Criterios de Exclusión:

- Pacientes que, si bien están en manejo con Hemodiálisis, no se lleve a cabo de manera periódica en el HIMFG o cuenten con alguna condición actual de irregularidad en Hemodiálisis.
- Pacientes con antecedente de colocación de equipo médico que interfiera con la Bioimpedancia.
- Pacientes con falta de alguna extremidad por causa quirúrgica o médica.
- Pacientes con comorbilidad aguda, que puedan influir en el estado clínico al momento de la valoración clínica y realización de estudio.
- Pacientes con urgencia hipertensiva que requiere manejo inmediato.

Tamaño de la muestra:

- Universo de Estudio

La muestra de pacientes estudiados se obtendrá de población cautiva que se encuentra en seguimiento y protocolo de trasplante renal, así como en el programa de Hemodiálisis crónica del Instituto, de ambos sexos de 5 a 18 años y el muestreo fue por conveniencia de acuerdo a la reunión y al cumplimiento de los criterios de selección.

- Descripción de Estudio:

Se seleccionan a los pacientes que hayan sido aprobados y cumplan los criterios de inclusión, se eliminan casos que no fueron útiles para los objetivos de este estudio. Para cada caso se buscan las siguientes variables: sexo, edad, etiología de ERCT, Peso Seco, Talla, peso pre-HD, se evaluó con datos clínicos como: Edema, Presión Arterial, perímetro abdominal, realización de bioimpedancia previa y evaluación de todas las mediciones posterior a Hemodialisis. A partir de la información y datos recabados se realizará análisis bioestadístico, se hará discusión de los resultados obtenidos contrarrestándolos con otro estudio que se haya hecho al respecto.

Plan de análisis estadístico

Con la ayuda de Microsoft Excel, se determinaron medidas de tendencia central, (media y mediana). Y con la ayuda de paquete estadístico SPSS de IBM versión 25 para MAC se realizó análisis descriptivo, las variables cuantitativas se expresaron en medianas y rangos intercuatílicos y las variables cualitativas en frecuencias absolutas y porcentajes.

Descripción de variables

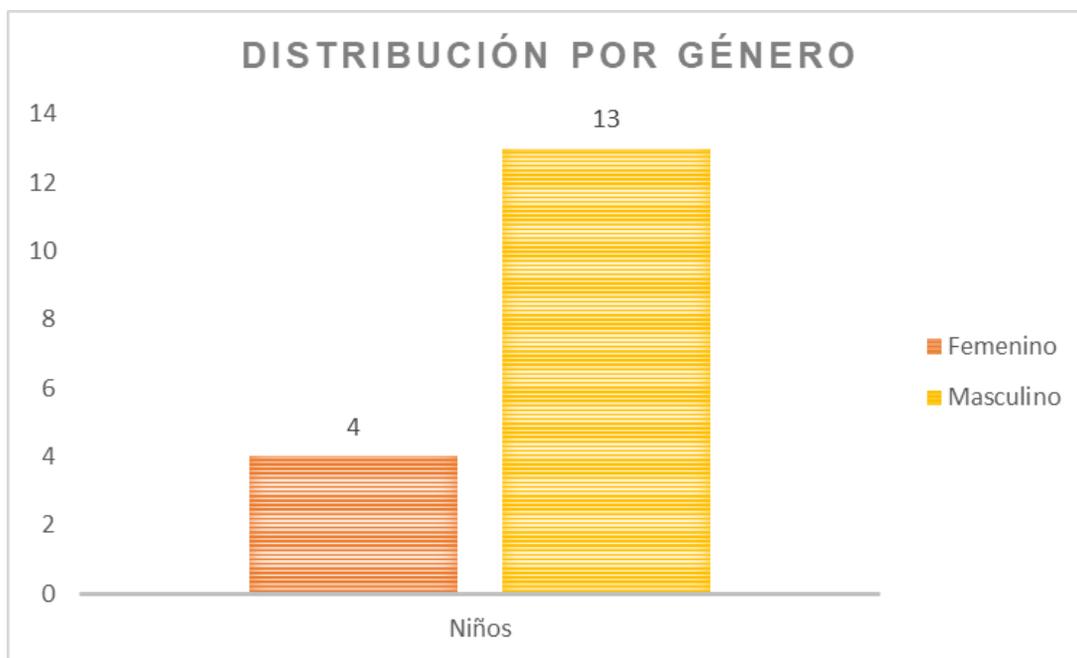
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Escala de Medición
Sexo	Condición orgánica masculina o femenina de los animales o las plantas.	Condición orgánica masculina o femenina	Nominal Cualitativa Dicotómica	-Hombre -Mujer
Edad	Tiempo que ha vivido una persona o ciertos animales o vegetales	Edad al momento del estudio	Cuantitativa Discreta	-Años/Meses
Etiología ERC	Síndrome común para diversas enfermedades renales, caracterizado por alteración estructural y funcional renal persistente > 3 meses	Causa que llevo a deterioro de función renal	-Cualitativa -Dependiente	-Indeterminada - Glomerulopatía - Lupus Eritematoso Sistémico - Cistinosis - Malformación Urinaria - Otros Síndromes
Tiempo de HD	Duración de terapia de sustitución renal con Hemodialisis	Años o meses transcurridos desde que inicio hemodialisis	-Cuantitativa Continua -Discreta	-Años/Meses

Peso Seco	Peso postdiálisis en pacientes con hemodialisis o diálisis en que no hay sobrecarga de volumen, ni hipotensión.	Peso que tienen los pacientes en hemodialisis que no hay presencia de sobrecarga o hipotensión postural,	-Cuantitativa	- Kilogramos/gramos
Talla	Estatura de un individuo, medida desde los pies hasta la coronilla	Estatura de un individuo, medida desde los pies hasta la coronilla	-Cuantitativa	-Metro/ centímetros
IMC	Numero calculado con base al peso y estatura para calcular la grasa corporal y valorar estado nutricional	Numero calculado en base a peso y talla para evaluar estado nutricional	-Cualitativa continua	- Desnutrición - Peso normal - Sobrepeso - Obesidad GI - Obesidad GII - Obesidad G III
Volumen Urinario Residual	Función renal residual con presencia de volumen urinario >100ml/día	Presencia de volumen urinario >100ml/día	-Cuantitativa discreta	-Mililitros
Peso Pre-HD	Ganancia de peso Interdiálisis	Peso previo a sesión de diálisis	-Cuantitativa	-Kilogramos/gramos
Estertores	Ruido de burbuja que se produce en ciertas enfermedades del aparato respiratorio, percibiéndose a la auscultación	- Auscultación de estertores en campos pulmonares previo y post HD	-Cualitativa	- Si -No
Presión Arterial	Fuerza que ejerce la sangre contra la pared que circula por las arterias	Fuerza que ejerce la sangre contra la pared que circula por las arterias que se mide durante el latido de corazón.	-Cuantitativa Continua	-Presión Normal -Presión Alta -Hipertensión GI - Hipertensión GII

Edema	-Exceso de líquido en algún órgano o tejido	-Exceso de líquido en algún órgano o tejido o en el espacio extracelular.	- Cualitativa Nominal	-Si -No
Perímetro Abdominal	Medición de la distancia alrededor del abdomen	Medición de la distancia alrededor del abdomen	-Cuantitativa Continua	-centímetros
Sobrecarga Hídrica	Porcentaje de exceso de agua extracelular con respecto a peso seco.	Porcentaje de exceso de agua extracelular con respecto a peso seco.	Cuantitativa Continua	Litros Agua Kilogramos
Volumen Sanguíneo Relativo	Variación en porcentaje de volumen de agua plasmática	Variación en porcentaje de volumen de agua plasmática	-Cuantitativa Continua	-Porcentaje

Resultados finales.

Este estudio incluyó un total de 18 pacientes, del programa de Hemodiálisis Crónica del HIMFG, se excluyó 1 paciente por edad menor a 5 años, con 17 pacientes y se inició el protocolo de estudio, recabando información demográfica como se observa en la Tabla 1 (Anexo). Los pacientes se distribuyeron por género con 24% y mujeres 76% hombres como se muestra en la gráfica 1.



Gráfica 1 (Distribución por género)

El tiempo de evolución en Hemodiálisis fue de 2 años. Los pacientes incluidos en el estudio tuvieron una edad máxima de 18 años y una edad mínima de 11 años, con una edad promedio de 15.7 años. La distribución por edad se puede ver en la Tabla 2.

Edad	N°
11	1
12	1
13	1
14	2
15	1
16	1
17	8
18	2

Tabla 2. Distribución por edad

La etiología principal de ERCT fue en (47%) indeterminada la segunda causa por Uropatía en 29%, seguido por glomerulopatías en 11%, y por último la causa secundaria a Lupus Eritematoso sistémico fue en 5.8% paciente y etiología genética en 5.8% paciente con Cistinosis, mostrado en (Tabla 3)

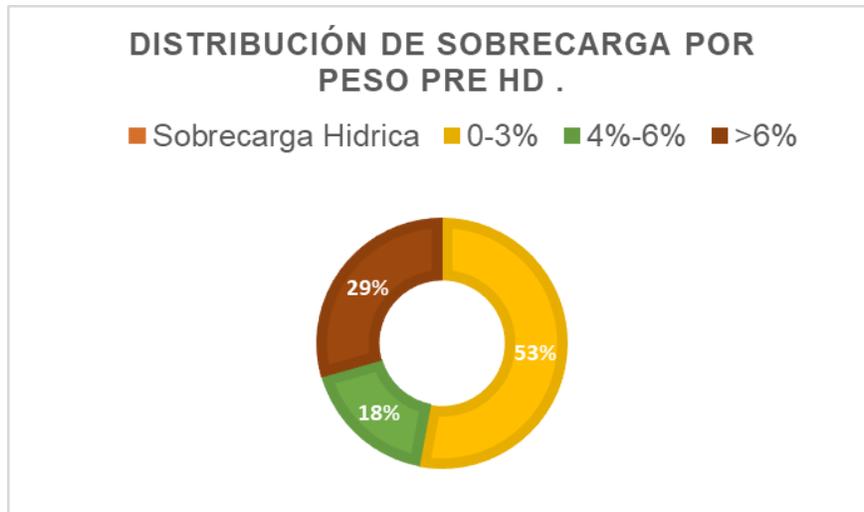
Etiología ERCT	Total (N= 17)
Indeterminada	8
Glomerulopatía	2
Lupus Eritematoso Sistémico	1
Cistinosis	1
Uropatía	5

Tabla 3 Etiología ERCT

La sobrecarga se clasificó con respecto a peso inicial tomando como referencia el peso seco que tenían los pacientes en ese momento. Se clasificó a los pacientes con sobrecarga leve <3%, sobrecarga moderada 4%-6% y sobrecarga grave >6%.

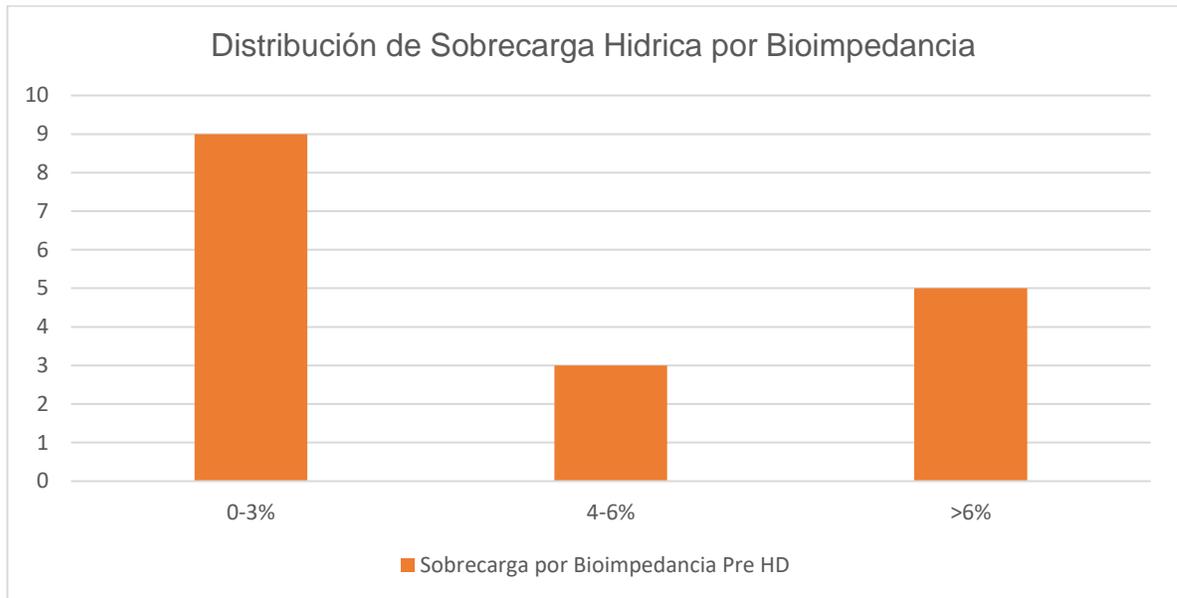
Por peso inicial se obtuvieron los siguientes resultados: 9 pacientes se encontraron en sobrecarga hídrica leve, 3 pacientes son sobrecarga hídrica moderada y 5

pacientes con sobrecarga hídrica severa, y su distribución se observa en la gráfica 2. De los 9 pacientes que se encontraron con sobrecarga hídrica leve 4 pacientes estuvieron hipertensos en grado 2, 2 pacientes hipertensión grado 1 y 3 pacientes se encontraron en normotensión. Los 3 pacientes con sobrecarga moderada todos estuvieron hipertensos grado 2 y los 5 pacientes con sobrecarga hídrica severa se observó que 3 pacientes se encontraron con hipertensión grado 2 1 paciente con tensión normal alta y 1 paciente presión normal. La presencia de edema se observó en 2 pacientes con sobrecarga severa, el resto de los pacientes no mostraron edema.



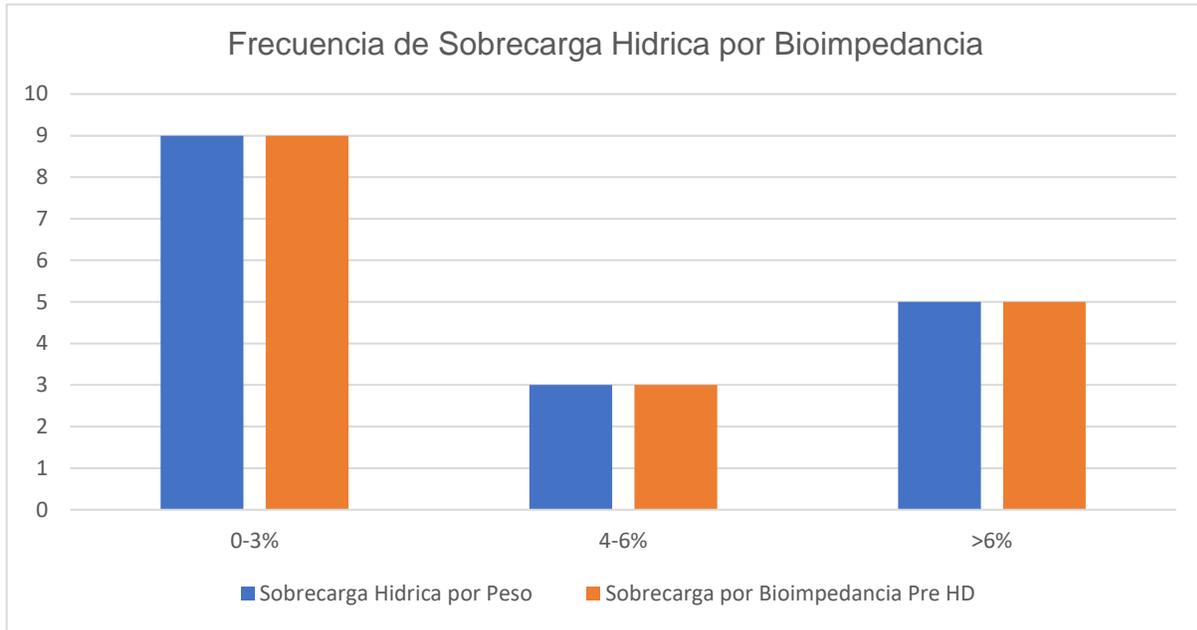
Grafica2.Distribución de Sobrecarga Hídrica por Peso Inicial.

Por bioimpedancia también se manejaron los mismos porcentajes sobrecarga hídrica, se encontró 9 pacientes con sobrecarga leve, con sobrecarga moderada 3 pacientes y sobrecarga severa 5 pacientes. La sobrecarga hídrica leve detectada por bioimpedancia se observó 3 pacientes con hipertensión grado 2, 2 pacientes con hipertensión grado 1, 1 paciente con tensión normal alta y 3 pacientes con tensión arterial normal. Los pacientes que se encontraron en sobrecarga hídrica moderada 2 pacientes tuvieron Hipertensión grado 2 y 1 paciente normotenso. Todos los pacientes que estaban en sobrecarga hídrica severa tenían hipertensión grado 2. El edema se presentó en 2 pacientes 1 con sobrecarga moderada y otro con sobrecarga severa.



Grafica 3. Distribución de sobrecarga Hídrica por Bioimpedancia.

Con los datos clínicos en base a peso inicial y la bioimpedancia previa a hemodiálisis. Se evaluó la comparación de detección de sobrecarga hídrica. Se demostró que 53% de los pacientes tuvieron sobrecarga hídrica < al 3% en el segundo grupo con sobrecarga entre 4-6% se obtuvo un 18% de la muestra y la categoría de sobrecarga hídrica severa fue un 29%, teniendo misma detección por peso que por bioimpedancia. Tal como se muestra en la Gráfica 3



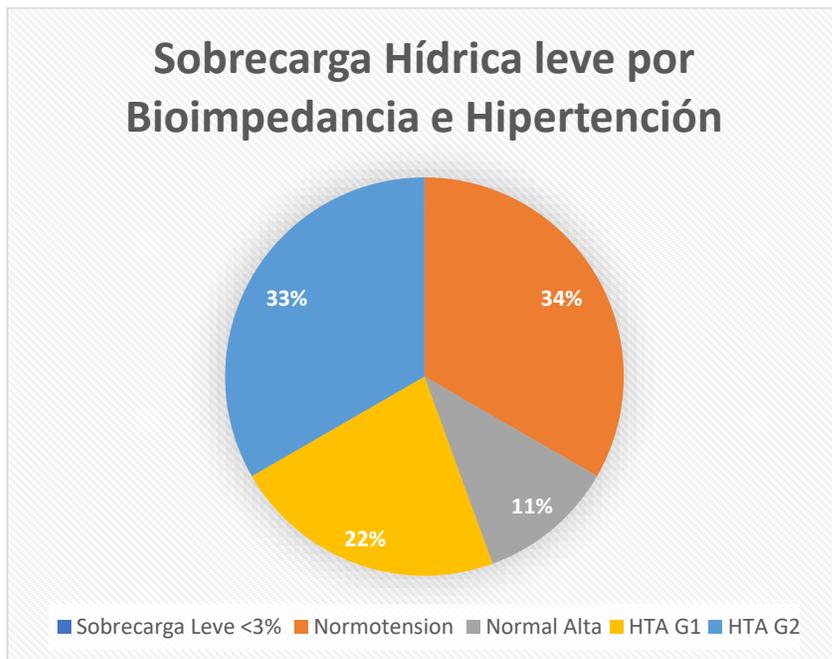
Grafica 3 Frecuencia de Sobrecarga Hídrica VS Bioimpedancia

La correlación de sobrecarga hídrica por el método clínico con determinación de peso y por bioimpedancia se observó en 11 pacientes, previo a sesión de hemodiálisis (Tabla 4)

Tabla 4. Correlación de porcentaje de Sobrecarga con Bioimpedancia.

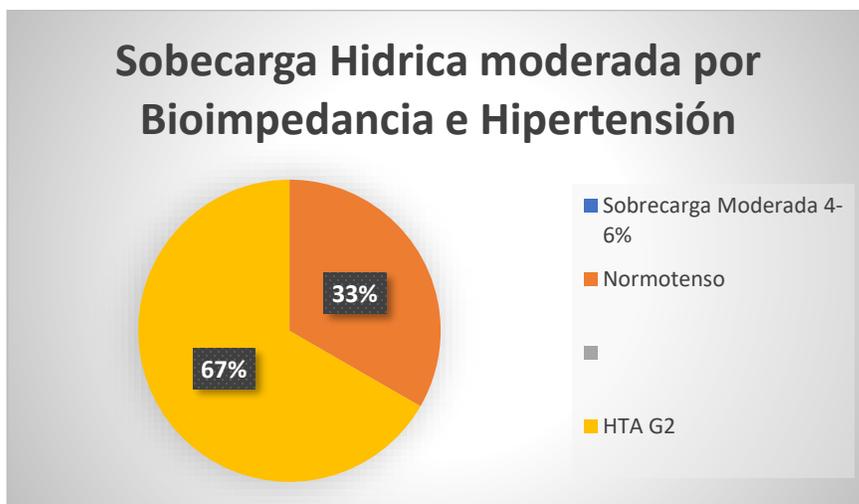
<i>Pacientes</i>	<i>Edad</i>	<i>Genero</i>	<i>Sobrecarga con peso seco y Pre-HD</i>	<i>Sobrecarga por Bioimpedancia</i>
1	17	F	0.9	7.1
2	15	M	0.6	1.2
3	17	M	1.2	0
4	12	M	6.3	2.2
5	14	M	4.3	7.8
6	13	M	2.3	4.3
7	17	M	1.4	1
8	11	M	4.5	3.5
9	17	M	7.3	3.5
10	14	F	22	16
11	17	F	0.6	0
12	18	M	3.5	7.4
13	17	M	6.8	2.3
14	17	F	2.8	0
15	18	M	6.05	8.3
16	17	M	1.7	2
17	16	M	1.2	1.9

Uno de los parámetros que se evaluó es la tensión arterial correlacionada con sobrehidratación por clínica y bioimpedancia. En pacientes con sobrecarga hídrica por bioimpedancia pre-HD, los pacientes que se encontraron en sobrecarga leve 3 pacientes estuvieron en normotensión, 1 paciente se encontró tensión arterial normal alta, 2 pacientes con HTA Grado 1 y 3 pacientes en HTA Grado II y su distribución se observa en la Gráfica 4.

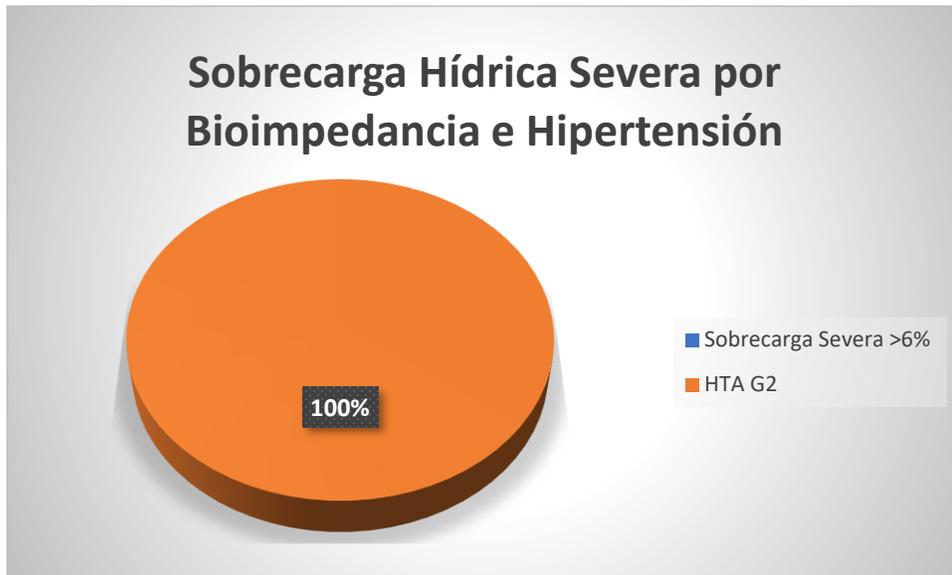


Gráfica 4 Sobrecarga Hídrica leve por Bioimpedancia e Hipertención

En pacientes con sobrecarga Moderada por Bioimpedancia se encontró 2 pacientes con HTA Grado II y 1 paciente se encontró normotenso. (Ver Gráfica 5). También se correlacionó sobrecarga hídrica severa con hipertensión ya que los 3 pacientes tuvieron HTA Grado 2. Tal como se ve en la gráfica 6.



Gráfica 5 Sobrecarga Hídrica moderada por Bioimpedancia e Hipertención

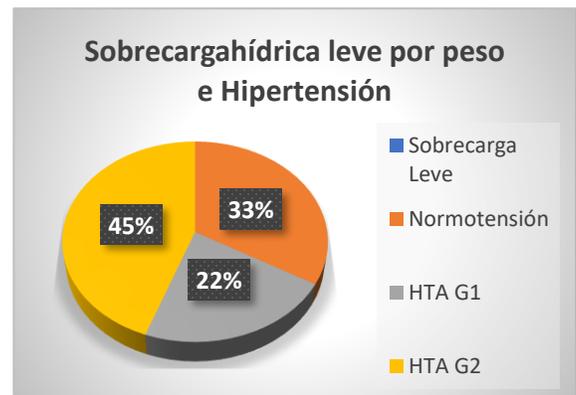


Gráfica 5 Sobrecarga Hídrica moderada por Bioimpedancia e Hipertensión

Pacientes que se detectó sobrecarga hídrica por peso se observó una relación con hipertensión observada en pacientes con sobrecarga leve 3 pacientes en normotensión 4 pacientes con HTA grado 2 y 2 pacientes con HTA grado 1. A pesar de tener sobrecarga leve si se observó la prevalencia de hipertensión (Ver Grafica 6). Los pacientes correlacionados con sobrecarga moderada y severa se observan en las graficas 7 y 8.

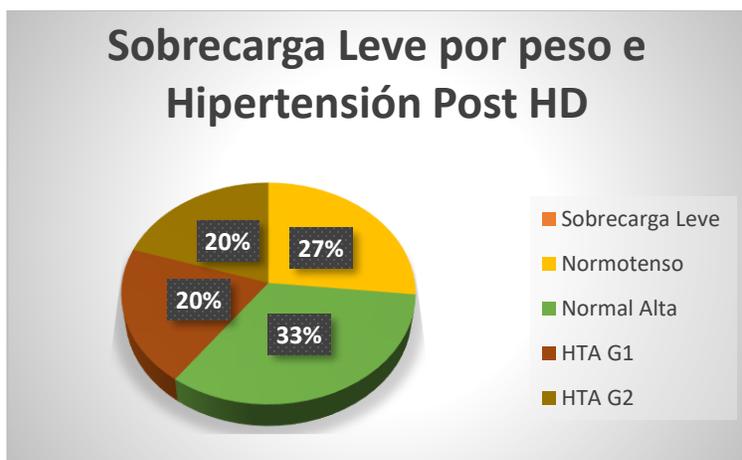


Gráfica 6 Sobrecarga Hídrica leve por peso e Hipertensión

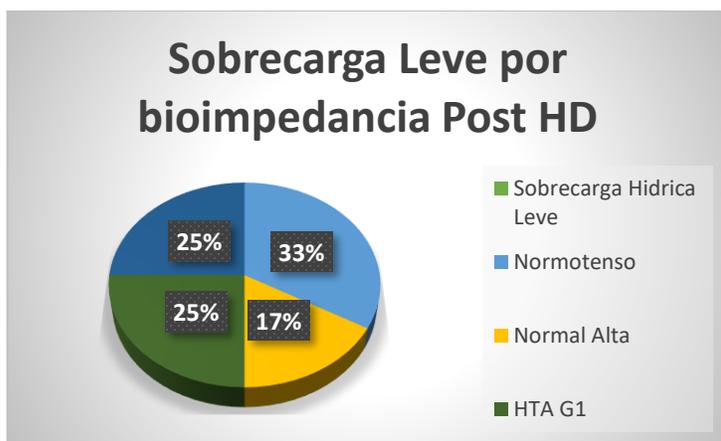


Gráfica 7 Sobrecarga Hídrica moderada por peso e Hipertensión

Posterior a sesión de Hemodialisis se volvió a valorar sobrecarga hídrica por peso y bioimpedancia. Solamente 1 se detectó con sobrecarga hídrica moderada por peso encontrándose con tensión arterial normal alta. Por bioimpedancia se detectaron 3 pacientes con sobrecarga hídrica severa con presión arterial normal alta y 1 en HTA grado 1. en general respecto a todos los pacientes sobrecarga hídrica leve detectado por peso y por bioimpedancia post HD se observó mejoría de tensión arterial predominando TA normal o normal alta, sin relación a sobrecarga hídrica por bioimpedancia o peso post HD, la distribución se observa en la gráfica 8. Los demás pacientes con sobrecarga hídrica moderada y severa 1 paciente con hipertensión grado 2, no siendo significativa.

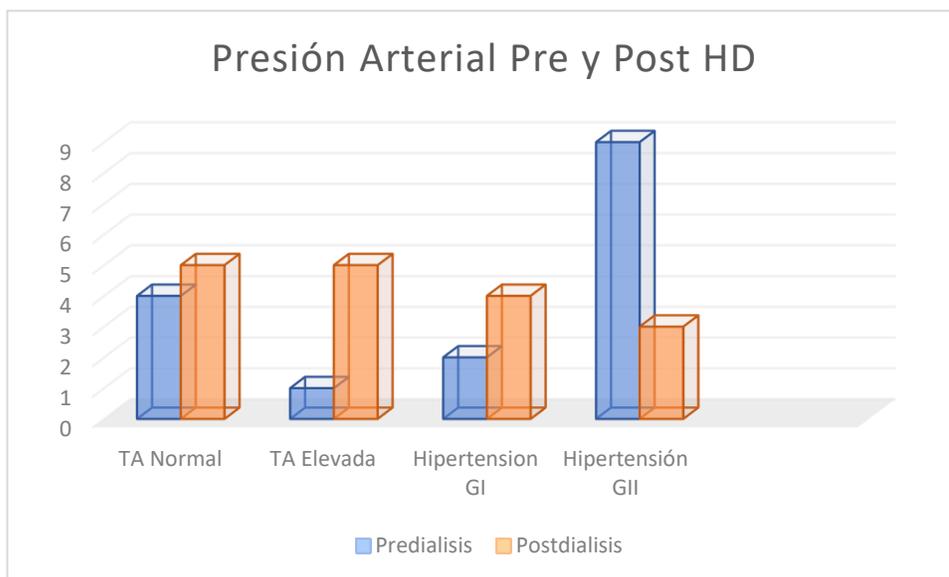


Grafica 8 Sobrecarga Leve por peso e Hipertensión post HD



Grafica 9 Sobrecarga Leve por Bioimpedancia post HD

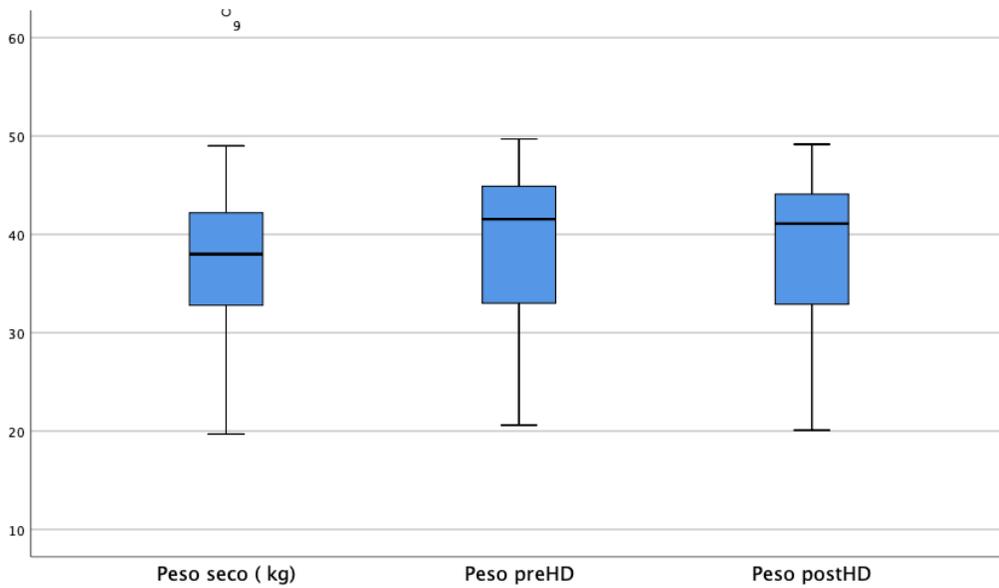
Se observó una clara mejoría de presión arterial en todos los pacientes disminuyendo más de 50% en aquellos que se encontraron previo con HTA Grado 2. Como se observa en la gráfica 10.



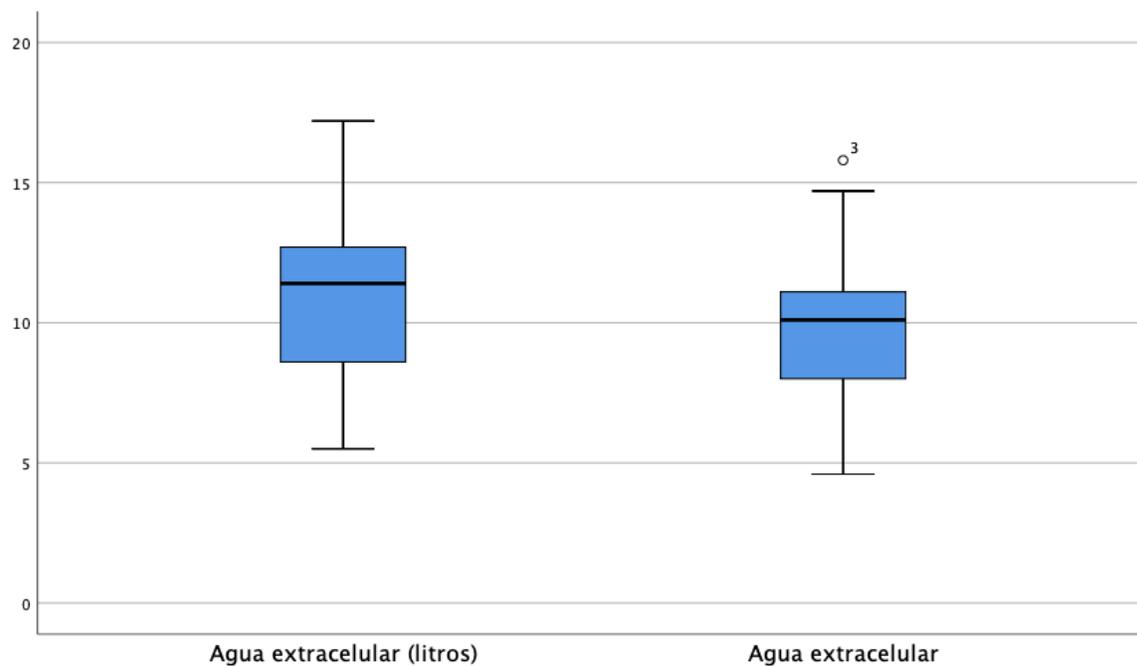
Gráfica 10 Relación de Presión Arterial y Presión Arterial Pre y Post HD

En cuanto a peso seco, peso pre-hemodiálisis y peso posterior a hemodiálisis, se correlacionó mejoría de peso, aunque algunos pacientes no llegaron a peso seco si se logró observar una mejoría a nivel clínico por peso con respecto a peso seco que tenían. (Gráfica 11).

Y en bioimpedancia con una reducción de agua extracelular en pacientes previo a hemodiálisis que se encontraba en un porcentaje de más de 50% de agua extracelular y posteriormente en todos los pacientes disminuyó el agua extracelular en más de 15% como se muestra en la (Gráfica 12).



Grafica 11 Comparación peso seco con Peso Inicial y Peso Post-HD



Grafica 12 Agua Extracelular Pre-HD vs Agua Extracelular

Como se pudo observar en la (Tabla 3) la relación de la sobrecarga hídrica con peso y bioimpedancia prediálisis también se midió en su estado post diálisis detectando de igual manera en un 35% de los pacientes, el otro 65% no se correlacionó el

estado de sobrecarga hídrica entre estas variables, mostrando por bioimpedancia deshidratación en 41% y la sensibilidad de bioimpedancia disminuyó hasta 73%. (Tabla 4)

Tabla 5. Valoración de sobrecarga hídrica Post HD por Peso y Bioimpedancia.

		<i>Sobrecarga con peso seco y Post HD</i>	<i>Sobrecarga con bioimpedancia post</i>
1	F	0	2.7
2	M	0.3	0.3
3	M	1.3	-1.6
4	M	2.6	-0.7
5	M	1.8	2.1
6	M	0	0.4
7	M	0.3	-1
8	M	2	-0.2
9	M	5	0
10	F	17	16
11	F	0	-1
12	M	0.2	3
13	M	1.4	-2.2
14	F	0	0
15	M	1.5	4.3
16	M	0.2	-0.3
17	M	0.2	0.7

Discusión

Existen muy pocos estudios que estudian la relación de peso seco y bioimpedancia para evaluar la sobrecarga hídrica. Los métodos de manera tradicional para medirlos son: el examen físico, incluyendo toma de presión arterial junto con peso ganado interdialítico, estos parámetros son insuficientes para valorar las incompatibilidades en el tratamiento, las cifras de tensión arterial no siempre correlacionan con peso seco. Se observó en un estudio en 2018 Ramon Bell et al. Relacionaron tensión arterial y sobrecarga hídrica valorado por bioimpedancia en 23 niños; clasificándolos por bioimpedancia en hipohidratación $<-7\%$, normohidratación -7% $+7\%$ sobrehidratación moderada $+7\%$ a 15% e sobrehidratación grave $>15\%$, arrojando que en pacientes aun con deshidratación la prevalencia de hipertensión llegó a 24% y pacientes normohidratados un 43% se encontraron hipertensos, pacientes con sobrecarga moderada a severa un 23% estaban hipertensos. En nuestro estudio dividimos también por sobrecarga en leve, moderada y severo ya sea por peso o por bioimpedancia, observando que los pacientes con sobrehidratación tenían prevalencia de hipertensión en un 20% , 30% y 10% respectivamente, no teniendo diferencia entre uso de bioimpedancia y clínica.

Desde 1998 se realizó un estudio casos y controles en 1367 pacientes en hemodialisis y 726 controles de pacientes previamente sanos, se observó vectores más cortos con ángulo de fase más pequeño. En el 2004 se hizo una cohorte con 3009 pacientes adultos en hemodialisis de 3 meses en terapia siguiendo durante 1 año a estos pacientes, para valorar aumento de longitud de vector con disminución de mortalidad. Sin embargo, al ser estudios con paciente adultos nos limita para basarnos en superficie corporal y longitud de vector. La utilización de Bioimpedancia para determinar estado de nutrición y de hidratación en 76 pacientes adultos en el que se vio que los pacientes con desnutrición mostraron mayor vector de sobrehidratación, con diferencia en vectores pre y post dialisis ya que en la prediálisis había vectores más cortos y menor ángulo dando como resultado patrón vectorial de sobrehidratación y en la postdiálisis mejoría significativa de estado de hipervolemia.

Un estudio que se realizó en Chile, se incluyeron 21 pacientes que se encontraban en dialisis peritoneal automatizada entre 9 ± 3 años con KtV promedio 1.9, a los cuales se realizó ecocardiograma transtorácico con hipertrofia ventricular izquierda en un 50% de los pacientes. Con una significancia entre presión arterial y superficie corporal, además de ultrafiltración ajustada a superficie corporal e Hipertensión Arterial Sistólica. Por lo que una adecuada dialisis y ultrafiltración mejoran la calidad de vida y sobrevida en estos pacientes.

En nuestro estudio se observó un KtV entre 0.8 a 1.4, en relación con hipervolemia los pacientes que se encontraban con hipervolemia de mas de 3% no se alcanzo un KtV adecuado. Principalmente se han realizado estudios en pacientes críticamente enfermos, en la cual el ultrasonido pulmonar ha tenido impacto sobre la bioimpedancia, sin embargo en otro escenario, que no se encuentra otra comorbilidad como inestabilidad hemodinámica y sepsis también se utilizan otros métodos para detección de hipervolemia mediante ultrasonido pulmonar como lo muestra Allinovi en su estudio en 2016, siendo estudio prospectivo y observacional comparando ultrasonido pulmonar, ecocardiograma midiendo la colapsabilidad de la vena cava con el uso de bioimpedancia en niños con diálisis peritoneal y hemodiálisis crónica, observando una correlación significativa entre el número de líneas B detectadas por USG pulmonar y el grado de sobrehidratación por el peso inicial ($P :0.005$) sin embargo no se observó significancia entre peso por bioimpedancia con la exploración física ($P=0.4$). Sin embargo, la muestra de los pacientes es limitada por ser 13 pacientes. Nuestro estudio sin embargo muestra una detección de sobrecarga hídrica correlacionado con datos clínicos como hipertensión arterial sistólica, otros datos clínicos como edema y estertores no estaban presentes a pesar de una sobrecarga >6%, por lo que no se consideró una variable representativa para la detección de sobrecarga hídrica. Otro estudio en 2021 en Turquía se valoraron 14 pacientes utilizaron las variables igual que nuestro estudio; con peso inicial, tensión arterial sistólica y diastólica, se utilizo la colapsabilidad de la cava y ultrasonido pulmonar, agua extracelular determinada por bioimpedancia, se encontró que posterior a hemodiálisis un 40% se encontraban deshidratados, con disminución significativa de líneas B de 14 a 4 e incremento de la colapsabilidad de la cava desde 23% prediálisis y 44% postdiálisis. La determinación de hipervolemia por Bioimpedancia y correlacionando todas las demás variables en base a peso seco y porcentaje de sobrehidratación hubo significancia entre líneas B y porcentaje de sobrehidratación, sin correlación en medición postdiálisis. En nuestro estudio se estimo la sobrecarga hídrica por peso inicial y bioimpedancia comparándolo con peso seco correlacionando la misma detección, este estudio que se valoró también con USG pulmonar en futuros estudios incluir nuevos métodos para la detección de sobrecarga hídrica para una mejor exactitud de peso seco.

Conclusión

En los pacientes con enfermedad renal crónica es posible detectar la hipervolemia por medio de bioimpedancia electrónica, concordando con los datos clínicos como presión arterial, peso y porcentaje de sobrecarga hídrica, confirmando la hipótesis alterna, dentro de los parámetros de exploración física que contribuyen a la detección se vio que la hipertensión es un parámetro confiable ya que a más sobrecarga si se observó mayor hipertensión sistólica, con una disminución importante posterior a sesión de hemodialis dismiuendo la volemia y peso. La presencia de edema y estertores no se correlaciona con el grado de hipervolemia en estos pacientes. Ya que solamente se encontraron en 2 pacientes y la sobrecarga sobrepasaba el 6%, y el edema igualmente se observó en pacientes que el porcentaje se elevaba mucho más de 6%, indicando que a pacientes sin tanta sobrecarga no es distinguible este parámetro. también se midió el perímetro abdominal previo y post dialisis solamente en un paciente no dismiuyó, pero en los 16 pacientes restantes dismiuyó el perímetro abdominal, siendo un parámetro que no se había descrito previamente que dismiuye posterior a dialisis. En pacientes durante la sesión de hemodialis se midió el volumen sanguíneo relativo, que de manera indirecta nos muestra el volumen plasmático que tienen nuestros pacientes durante la sesión de hemodialis. En nuestros pacientes no se vio relación en VSR y la sobrecarga hídrica, pero en pacientes sin sobrecarga hídrica se alcanzó el nivel más bajo de 82%, sin datos de hipotensión o bajo gasto. Durante la sesión de hemodialis tomamos en cuenta KtV, los cuales los pacientes que se alcanzó un KtV óptimo para una adecuada dialisis tenían una sobrecarga menos de 3%, traduciendo que a mayor sobrecarga no alcanzamos un nivel óptimo de KtV. En cuanto a la bioimpedancia predialisis el agua extracelular llegaba a más de 40% con una confiabilidad mínima de 83% y posterior agua extracelular dismiuyó en todos los casos.

La bioimpedancia no es superior a los datos clínicos puesto que detectaron de igual forma la sobrecarga hídrica y el grado de esta. Ambas dismiuyendo de igual forma en la medición posterior a hemodialis. Por lo que en comparación con otros estudios que se hacía medición no solamente con datos clínicos y bioimpedancia sino con realización de ultrasonido pulmonar y medición de colapsabilidad de vena cava inferior, abriendo puerta a poder no solamente detectar sobrecarga hídrica sino hacer intervención en el peso seco y con mediciones periódicas con otras herramientas para valorar especificidad y sensibilidad en cada una de ellas, y traspolarlo no solamente en pacientes con evolución crónica sino mas bien en pacientes críticamente enfermos o afección en agudo.

Cronograma de Actividades

ACTIVIDAD	ABRIL 2022- NOV 2022	NOV 2022 – ENERO 2023	FEBRERO 2023-JUNIO 2023
Revisión Bibliografía	X		
Realización de Bioimpedancia a los pacientes		X	
Captura de Resultados			X
Análisis Bioestadístico			X
Presentación de Resultados, Discusión y Conclusiones			X

Referencias Bibliográficas

1. National Kidney Foundation (2002). K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*, 39(2 Suppl 1), S1–S266
2. Harambat, J., van Stralen, K. J., Kim, J. J., & Tizard, E. J. (2012). Epidemiology of chronic kidney disease in children. *Pediatric nephrology (Berlin, Germany)*, 27(3), 363–37.
3. Ardissino, G., Daccò, V., Testa, S., Bonaudo, R., Claris-Appiani, A., Taioli, E., Marra, G., Edefonti, A., Sereni, F., & Italkid Project (2003). Epidemiology of chronic renal failure in children: data from the Italkid project. *Pediatrics*, 111(4 Pt 1), e382–e387.
4. Ribes, E. A. (2004). Fisiopatología de la insuficiencia renal crónica. In *Anales de cirugía cardíaca y vascular* (Vol. 10, No. 1, pp. 8-76).
5. Gajardo M, Cano F. ABC de la diálisis peritoneal en pediatría. *Rev Chil Pediatría*. 2020;91(2): 265-274.
6. Rheault, M. N., Molony, J. T., Nevins, T., Herzog, C. A., & Chavers, B. M. (2017). Hemoglobina de 12g/dL y superior no se asocia con una mayor morbilidad cardiovascular en niños en hemodiálisis. *Kidney international*, 91(1), 177–182.
7. Yontem, A., Cagli, C., Yildizdas, D., Horoz, O. O., Ekinci, F., Atmis, B., & Bayazit, A. K. (2021). Bedside sonographic assessments for predicting predialysis fluid overload in children with end-stage kidney disease. *European Journal of Pediatrics*, 180(10), 3191–3200.
8. Flynn, J. T., Mitsnefes, M., Pierce, C., Cole, S. R., Parekh, R. S., Furth, S. L., Warady, B. A., & Chronic Kidney Disease in Children Study Group (2008). Presión arterial en niños con Enfermedad Renal Crónica: Un informe de estudio; (Dallas, Tex. : 1979), 52(4), 631–637.
9. Alonso Melgar A, Fijo López-Viota J. Hemodiálisis pediátrica. *Protoc diagn ter pediatr*. 2022; 1:459-76.
10. Garrido Pérez, L., Sanz Turrado, M., & Caro Domínguez, C. (2016). Variables de la desnutrición en pacientes en diálisis. *Enfermería Nefrológica*, 19(4), 307–316.
11. Función renal en el recién nacido. (2011). *Perinatología y Reproducción Humana*, 25(3), 161–168.
12. García, R., Irarrázaval, M., López, I., Riesle, S., Cabezas, M., & Moyano, A. (2021). Encuesta para cuidadores de personas del espectro autista en Chile: primeras preocupaciones, edad del diagnóstico y características clínicas. *Andes Pediatrica*, 92(1), 25.

13. Fu, Q., Chen, Z., Fan, J., Ling, C., Wang, X., Liu, X., & Shen, Y. (2020). Lung ultrasound methods for assessing fluid volume change and monitoring dry weight in pediatric hemodialysis patients. *Pediatric Nephrology*.
14. Allinovi, M., Saleem, M. A., Burgess, O., Armstrong, C., & Hayes, W. (2016). Finding covert fluid: methods for detecting volume overload in children on dialysis. *Pediatric Nephrology*, 31(12), 2327–2335.
15. 12. Dasgupta, I., Keane, D., Lindley, E., Shaheen, I., Tyerman, K., Schaefer, F., Wühl, E., Müller, M. J., Bosy-Westphal, A., Fors, H., Dahlgren, J., Chamney, P., Wabel, P., & Moissl, U. (2018).
16. Validating the use of bioimpedance spectroscopy for assessment of fluid status in children. *Pediatric Nephrology*, 33(9), 1601–1607.
17. Haskin, O., Falush, Y., Davidovits, M., Alfandary, H., Levi, S., & Berant, R. (2021). Use of Point-of-Care Ultrasound for Evaluation of Extravascular and Intravascular Fluid Status in Pediatric Patients Maintained on Chronic Hemodialysis. *Blood Purification*, 1–7.
18. Beaubien-Souligny, W., Bouchard, J., & Denault, A. (2018). Point-of-care ultrasound in end-stage kidney disease. *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*, 27(6), 487–496.
19. Aplicación de ultrasonido en el punto de atención (POCUS) en niños con enfermedad renal en etapa terminal. *J Clin Exp Nephrology* vol. 6 N.º S2: 004.
20. Vinagre Rea, G., Arribas Cobo, P., Callejo Cano, I., Martínez Aranda, M. A., & García Estévez, S. (2011). Bioimpedancia: herramienta habitual en los cuidados de los pacientes de diálisis peritoneal (DP). *Revista de la Sociedad Española de Enfermería Nefrológica*, 14(3), 155–161.

Limitaciones del Estudio

Población de ERCT en la Unidad de Hemodialisis es limitada

Incumplimiento de indicaciones previas al estudio de Bioimpedancia (Ayuno transitorio)

Estado Nutricional del paciente (Desnutrición)

Variabilidad de ganancia ponderal interdialitica

Anexo 1

Tabla descriptiva de variables Demográficas

	Mediana	Percentil 25	Percentil 75
Edad	17	14	17
Tiempo de HD (años)	2	1	3
Peso seco (kg)	38	32.8	42.2
Talla (m)	1.5	1.43	1.58
IMC	16.6659357	16.38221918	18.43610935
Peso PreHD	41.55	33	44.9
PA (cm)	65	62	69
Sobre carga con peso seco	0.9	0.107348243	1.5
Sobre carga con último peso	0.72	0.4	1.8
VRS mínimo	88	84.1	90
KTV	1.1	1	1.3
Sobrehidratación	1	0.5	2.3
Nuevo peso seco (kg)	39.5	32.6	43.8
Agua corporal total (litros)	25.4	19.9	28.2
Agua extracelular (litros)	11.4	8.6	12.7
Agua intercelular (litros)	12.1	9.8	16.9
Relación	0.76	0.69	0.85
IMC	17.5	16.4	19.3
Grasa (%)	13.5	9.5	19.9
LTM (%)	74	64.4	79
Confiabilidad (%)	92.7	91	94.6