



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

DETERMINACIÓN DE PESO SECO EN PACIENTES
PEDIÁTRICOS MEXICANOS EN HEMODIÁLISIS
T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:
NEFROLOGÍA PEDIÁTRICA

P R E S E N T A
DRA. MYRIAM DEL CARMEN CORRALES AGUIRRE

DIRECTOR DE TESIS
DRA. IRMA ESTHER DEL MORAL ESPINOSA



CIUDAD DE MÉXICO, FEBRERO 2017

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the director of the thesis, Irma Esther del Moral Espinosa.



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

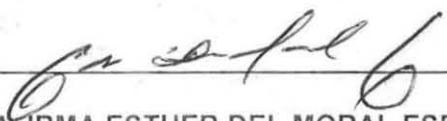
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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.

HOJA DE FIRMAS

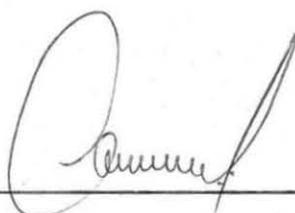
DRA. REBECA GÓMEZ CHICO VELASCO

DIRECTORA DE ENSEÑANZA Y DESARROLLO ACADÉMICO HOSPITAL INFANTIL DE
MÉXICO FEDERICO GÓMEZ



DRA. IRMA ESTHER DEL MORAL ESPINOSA

MÉDICO ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE NEFROLOGÍA HOSPITAL INFANTIL DE
MÉXICO FEDERICO GÓMEZ



DR. ALFONSO REYES LÓPEZ

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

DEDICATORIA

A todos los niños del Hospital Infantil de México.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Juan y Paty, y mis hermanos Juan Pablo, Patricia, Ana Cristina y José Álvaro por apoyarme en este gran proyecto.

Al personal del Hospital Infantil de México en especial a los adscritos del Departamento de Nefrología por cada enseñanza, regaño y tiempo que nos dedican día a día.

INDICE

Resumen	1
Introducción	4
Marco teórico	6
Antecedentes	9
Planteamiento del problema	11
Pregunta de investigación	12
Justificación	13
Objetivo	14
Hipótesis	14
Metodología	15
Diseño del estudio	15
Criterios de inclusión	15
Criterios de exclusión	15
Recolección de datos	15
Consideraciones éticas	19
Plan de análisis estadístico	20
Definición de variables	20
Resultados	22
Discusión	27
Conclusión	29
Limitaciones del estudio	30
Cronograma de actividades	31
Bibliografía	32
Anexos	35

RESUMEN

Palabras claves: peso seco, bioimpedancia, diámetro de la vena cava inferior, hemodiálisis, pediatría, monitorización ambulatoria de la presión arterial. **Key words:** dry weight, bioelectrical impedance, inferior vena cava diameter, hemodialysis, ambulatory blood pressure monitor.

ANTECEDENTES.- El peso seco es una de las herramientas, más utilizadas para evaluar la ganancia de volumen en pacientes con enfermedad renal crónica terminal en terapia sustitutiva con hemodiálisis sin embargo, determinarlo en forma adecuada es un gran reto en la población pediátrica, siendo indispensable para prevenir una sobre carga crónica de volumen, hipertensión y morbilidad cardiovascular, la cual es alta tanto en niños como en adultos, siendo la hipertrofia ventricular izquierda un factor de riesgo de mortalidad cardiovascular en adultos. (1)

JUSTIFICACIÓN.- La validación del peso seco en pacientes en terapia de reemplazo renal resulta un desafío clínico no sólo para la evaluación del estado de volemia sino por la repercusión a nivel cardiovascular y nutricional. Al momento no existe un Gold standard para estimar el peso seco en pacientes pediátricos, se han realizado diversos modelos matemáticos con el fin de obtenerlo, sin embargo, no existen suficientes estudios para determinarlo en esta población, si bien la medida del diámetro de la vena cava es un método útil no es posible realizarlo de forma rutinaria (tres veces por semana previo al tratamiento de diálisis).

OBJETIVOS.- El objetivo de este estudio es evaluar si la bioimpedancia, medición del diámetro de la vena cava inferior y la medición de la presión arterial ambulatoria son útiles para determinar el peso seco de los pacientes pediátricos en hemodiálisis.

DISEÑO DEL ESTUDIO.- Estudio ambispectivo no controlado, que compara los datos clínicos al inicio y posteriores a la inclusión del protocolo. Se utilizarán los mismos pacientes como propio control, por el número limitado y variables de edad, talla y enfermedad subyacente. La determinación del peso seco se determinará mediante bioimpedancia, monitorización ambulatoria de la presión arterial (MAPA), medición del diámetro de la vena cava inferior mediante ecografía, peso pre y posthemodiálisis. **CRITERIOS DE INCLUSION:** Pacientes en programa de HD crónica tres veces por semana en el departamento de Nefrología Hospital Infantil de México Federico Gómez. Diagnóstico de enfermedad renal crónica terminal en terapia sustitutiva en Hemodiálisis del al menos un mes de tratamiento. Permanecer en el estudio durante el periodo de evaluación. Consentimiento informado firmado. **CRITERIOS DE EXCLUSION:** Trasplante renal durante el periodo de estudio. Faltas

frecuentes a su terapia de HD. Negativa para ingresar al estudio. Retraso en el desarrollo psicomotor (por dificultad para la toma de bioimpedancia).

PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO. - Los datos con tendencia central se expresarán en desviaciones estándar. Se realizó coeficiente de correlación de Pearson para valorar grado de concordancia entre las mediciones del peso seco. Se elaboraron gráficos de dispersión para evaluar la correlación entre variables.

RESULTADOS. - Existe una correlación positiva entre las variables bioimpedancia y MAPA para la determinación del peso seco en pacientes en hemodiálisis. No existe correlación entre la determinación del peso seco mediante ecografía (medición del diámetro de la vena cava inferior) y MAPA.

DISCUSIÓN. - La estimación del peso seco es una herramienta indispensable para la terapia de diálisis en el caso de los niños no existe un gold standard para su determinación. Durante la realización del estudio, encontramos que únicamente la clínica como se encuentra descrito en la literatura no es suficiente para la determinación del mismo, ya que, al realizar las mediciones con los diferentes instrumentos, encontramos la presencia de fracciones de eyección disminuidas, así como hipertrofia del ventrículo izquierdo, trombo en aurícula derecha, disfunción sisto-diastólica e hipertensión paradójica de nuestros pacientes. Si bien los parámetros bioquímicos nos han ayudado a mantener una diálisis adecuada como es el Kt/V, PCR, PRA, así como la valoración nutricional, no ha sido suficiente para evitar estas complicaciones detectadas. Nuestros resultados demuestran que la bioimpedancia en conjunto con la monitorización continua de la presión arterial (ambos) son una opción a nuestro alcance para estimar el peso seco. Así mismo la realización de ecocardiograma de forma trimestral, ayudara a determinar estas complicaciones, se ha demostrado en otras series de casos que la determinación del diámetro de la vena cava en forma rutinaria ayuda a la estimación del estado de volemia y tomar medidas para disminuir estas complicaciones. Como se ha demostrado en múltiples estudios de adultos el control adecuado de la presión arterial mejora o disminuye la hipertrofia ventricular izquierda. El control adecuado de la presión arterial constituye la base de la prevención cardiovascular, renal y global en el paciente con enfermedad renal crónica (22).

CONCLUSIÓN.- No existe un método único para determinar el peso seco en los pacientes pediátricos en hemodiálisis. En nuestra población se encontró con adecuada correlación el uso de bioimpedancia en conjunto con la monitorización continua de la presión arterial para establecerlo. Estamos a la expectativa de disminuir las complicaciones cardiovasculares de nuestra población. Así mismo sería adecuado contar con un grupo control y una mayor

población para evaluar si existe algún cambio en los parámetros bioquímicos: Kt/V, PCR, PRU y el estado nutricional hacia una diálisis más eficiente, que no era el objetivo del estudio. Se deberá incorporar la realización de ecocardiograma de forma trimestral para evaluar los cambios obtenidos. Por lo que proponemos como un buen instrumento la determinación del peso seco mediante la monitorización continua de la presión arterial y la biomedancia.

I. INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal crónica terminal (ERCT) es el estadio final de la enfermedad renal crónica. Debido al aumento en la prevalencia de pacientes pediátricos con ERCT y acceso a las diferentes terapias de reemplazo renal como son la diálisis peritoneal, hemodiálisis o hemodiafiltración, indispensables para mantener la vida en aquellos pacientes que se encuentran esperando un trasplante renal. Es necesario contar con instrumentos que permitan ofrecer una adecuada calidad de vida y cálculo de dosis de diálisis. (1)

Dentro de las modalidades de diálisis, en pacientes jóvenes se prefiere a la diálisis peritoneal debido a mayor estabilidad hemodinámica y preservación de la función renal residual.

La hemodiálisis es utilizada como terapia a corto plazo o en situaciones en las que se contraindique la diálisis peritoneal. Se ha utilizado desde los años cincuenta. La proporción de pacientes que reciben este tipo de modalidad como terapia de reemplazo renal ha ido incrementando debido a la evolución en los equipos desde hace 5 años y al desarrollo de tecnologías como el empleo de bicarbonato como buffer en la solución de diálisis, control volumétrico de la ultrafiltración, líneas dialíticas de menor calibre y empleo de membranas sintéticas, modelos de tasas de ultrafiltración y composición del líquido dializante y a la evolución del concepto de adecuación y optimización de la prescripción dialítica dentro de las cuales la estimación del peso seco ha demostrado un decremento en la morbilidad asociada a dicha terapia. (3) La tasa de mortalidad en los pacientes pediátricos con enfermedad renal crónica en terapia con hemodiálisis es de 4.2-26.7% siendo la principal causa la enfermedad cardiovascular. (2)

Uno de los principales objetivos de la terapia de reemplazo renal con hemodiálisis es la remoción de líquido, así como el mantenimiento de un balance hídrico, ya que tanto un estado de sobrehidratación así como de deshidratación se asocian con consecuencias deletéreas.

La mayoría de las unidades de hemodiálisis incorporan a su prescripción de ultrafiltración el denominado peso seco, el cual se define como el menor peso que un paciente puede tolerar sin sintomatología intradialítica (cefalea, náusea, vómito, parestesias), así como la ausencia de hipotensión en ausencia de sobrecarga hídrica (considerando así el peso posthemodiálisis).

Así mismo el peso seco se usa para calcular el volumen de ultrafiltración (volumen total a remover) y la tasa de diálisis (Kt/V) en cada sesión.

La dosis de diálisis es un marcador de diálisis adecuada y el Kt/V es el indicador más frecuente utilizado, este índice incluye el aclaramiento renal de urea (K, en ml/min), la duración de la sesión (t, en minutos) y el volumen de distribución de la urea (V, en ml). Considerando una diálisis adecuada con un kt/V 1.2, mayor a esto se considera sobredializado y menor a este valor es insuficiente. Otros marcadores de diálisis incluyen el porcentaje de reducción de urea (PRU), el cual utiliza el valor de nitrógeno ureico en muestras de sangre para calcular la fracción de excreción de urea en la diálisis al inicio y al término de la sesión, mediante la siguiente fórmula $PRU = \frac{\text{preBUN} - \text{postBUN}}{\text{preBUN}} \times 100$. El PRU tiene como ventaja la simplicidad en el cálculo, pero es el método menos certero para medir la dosis de diálisis, así mismo su valor se reduce con el acúmulo de líquidos, tasa de generación de urea, función renal residual, etc. (4) Los pacientes con insuficiencia renal crónica presentan alteraciones en la respuesta inmune, tanto en la respuesta inmune como inespecífica. La terapia con hemodiálisis incrementa la exposición a materiales bioincompatibles, exotoxinas y sustancias del líquido de diálisis, por lo que algunos de estos pacientes mantienen una reacción de fase aguda cronificada. Los reactantes de fase aguda como la proteína C reactiva (PCR), son capaces de predecir el riesgo de muerte en estos pacientes, incluso después de haber ajustado la mortalidad a otros factores como diabetes, edad, patología inmune de base, entre otros. (5)

Por lo que el peso seco es una herramienta, indispensable para evaluar la ganancia de volumen en pacientes con enfermedad crónica terminal en terapia sustitutiva, determinarlo en forma adecuada continúa siendo un desafío no superado en la población pediátrica, ya que es indispensable para prevenir una sobre carga crónica de líquido, hipertensión y morbilidad cardiovascular. (8)

Existen tecnologías no invasivas para poder determinar el peso seco, reduciendo esto la morbilidad y el costo en salud, que se describirán en el siguiente trabajo como potenciales a evaluar en nuestro servicio.

II. MARCO TEÓRICO

La estimación del peso seco en la edad pediátrica es difícil debido a que existe una tendencia a la hipotensión durante las sesiones dialíticas y no solamente relacionados con la tasa de ultrafiltración, sino con la capacidad de relleno plasmático. En segundo lugar, la composición corporal (índice de agua corporal/masa corporal) es variable con la edad, especialmente durante la infancia y pubertad. En niños y adolescentes el peso seco debe ser evaluado mensualmente durante las etapas de rápido crecimiento, especialmente en condiciones de catabolia como en niños con infecciones recurrentes o alteraciones por la ingesta de alimentos. (6)

Los pacientes pediátricos en programa de hemodiálisis trisemanal desarrollan diversos grados de ganancia ponderal. La ganancia ponderal puede ser secundaria al crecimiento lineal y somático versus ganancia de líquidos debido a falla renal. Por lo que se requiere una correcta estimación del porcentaje de ultrafiltración para normalizar el estado de volumen del paciente, y evitando efectos adversos (calambres, vómito, hipotensión) particularmente en pacientes en crecimiento. (7)

La composición corporal es una de las determinantes aceptadas para evaluar el estado nutricional. En nefrología, la composición corporal y la determinación del agua corporal total se emplean también como referentes, para definir el tratamiento dialítico, el cual se prescribe utilizando el índice Kt/V. Dado que en la composición corporal del paciente urémico existen cambios secundarios a la desnutrición o la retención de líquidos, con o sin edema aparente, las mediciones pueden no ser precisas puesto que los parámetros de referencia se obtienen de población sana. (8)

El contenido de agua en el organismo varía entre el 45 y 75% de la masa total, con un valor medio cercano al 60%. A lo largo de la vida, la proporción de agua corporal varía en función de tres variables: sexo, edad y composición corporal. A medida que aumenta la edad, el contenido de agua va disminuyendo, los recién nacidos presentan un contenido en agua corporal muy alto, cercano al 75%.

Tabla 1. Porcentaje de agua corporal total de acuerdo a la edad (9)

Población	Agua corporal total %
Recién nacido – 6 meses	74 (64-84)
6 meses – 1 año	60 (57-64)
1 – 12 años	60 (49-75)
12 – 18 años (varones)	59 (52-66)
12-18 años (mujeres)	56 (49-63)
19 – 50 años (varones)	59 (43-73)
19 – 50 años (mujeres)	50 (41-60)
>50 años (varones)	56 (47-67)
>50 años (mujeres)	47 (39-57)

Los criterios clínicos utilizados para la evaluación del estado de hidratación son importantes, pero no siempre confiables, así como los asociados a hipervolemia: disnea y ortopnea, ritmo de galope, hepatomegalia, ingurgitación yugular, hipertensión arterial (>percentil 95). (8, 9) Por lo que se han propuesto diferentes métodos: análisis mediante bioimpedancia eléctrica para el cálculo del agua corporal total, medición de las variaciones del hematocrito mediante métodos no invasivos durante la diálisis, determinación del péptido natriurético atrial plasmático ó determinación de monofosfato cíclico de guanosina y por último la medición mediante ecografía de la vena cava. (11)

En orden de minimizar el riesgo de hipovolemia, la tasa de ultrafiltración neta no debe exceder el 1.5-2% del respectivo peso seco por hora, ya que el volumen total extracorpóreo debe situarse entre un 7 y un 12% de la volemia del paciente. (6)

Problemas asociados al cálculo incorrecto del peso seco:

- 1. Sobreestimación del peso seco:** Se ha demostrado que al menos el 80% de todos los casos de hipertensión en los pacientes en diálisis son secundarios a hipervolemia crónica. Estudios hechos en animales por Langston y Guyton en 1963 y 1969 respectivamente sugirieron que la sobrecarga crónica de volumen incrementa

secundariamente las resistencias vasculares periféricas, aún en perros nefrectomizados. Fishbane y colaboradores demostraron con el uso del péptido atrial natriurético (marcador de hipervolemia intravascular) que los pacientes resistentes a medicación antihipertensiva realmente estaban con sobrecarga hídrica al finalizar la diálisis. La medición de la presión arterial postdiálítica se correlaciona con el agua corporal total mediante bioimpedancia. (11)

- 2. Hipertensión e incremento en la mortalidad en pacientes en diálisis:** Dentro de la población en hemodiálisis la mayor causa de morbilidad y mortalidad son las enfermedades cardiovasculares, así como los infartos.
- 3. Disfunción cardíaca:** Existe una relación conocida entre hipertensión e hipertrofia del ventrículo izquierdo, aunado a esto se ha demostrado que la propia hipertrofia incrementa el riesgo de infarto agudo al miocardio, insuficiencia cardíaca congestiva y muerte súbita. Por otro lado, la hipertrofia del ventrículo izquierdo puede derivar en disfunción diastólica que se encuentra íntimamente ligado a un incremento en la incidencia de eventos mórbidos intradialíticos.
- 4. Subestimación del peso seco:** Ocurre cuando existe una falla para ajustar la prescripción de ultrafiltración, resultando en cuadros de hipotensión, inadecuada remoción de solutos, desnutrición.

La estimación del peso seco se puede realizar mediante diferentes métodos:

1. Ecografía de vena cava: el diámetro de la vena cava inferior está estrechamente relacionado con la presión en la aurícula derecha y el volumen plasmático. Debería realizarse al menos 2 horas después de la diálisis, lo que a menudo no es posible en la práctica clínica diaria. Se define sobrehidratación como un diámetro de la cava mayor a 11mm/m²sc ó índice de colapso (diámetro espiratorio de la vena cava – diámetro de la vena cava inferior en inspiración/diámetro de espiración x 100%) menor del 40%. Se definió deshidratación como un diámetro caval menor de 8mm/m²sc ó índice de colapso mayor del 75%. Cerca de 2/3 de los pacientes con criterios clínicos de peso seco en realidad se encontraron hipervolémicos acorde a estos criterios. Aquellos considerados como deshidratados por este método se encontraron en mayor riesgo de taquicardia, infarto e hipotensión en comparación con su contraparte con normohidratación.

2. Valoración del volumen plasmático: la disminución del volumen plasmático durante la diálisis depende de la tasa de ultrafiltración y del relleno vascular desde los tejidos intersticiales. Estos cambios pueden evaluarse utilizando un sensor de hemoglobina y hematocrito. Se trataría de una medida indirecta en la que, utilizando los registros obtenidos de manera automática y no invasiva de los cambios de volumen plasmático del paciente

durante la sesión de hemodiálisis, se podría ajustar el peso en función de las curvas obtenidas.

3. Bioimpedancia eléctrica (BIA): se basa en el principio de los tejidos biológicos se comportan como conductores o aislantes de una corriente eléctrica dependiendo de su composición. De esta forma, mide la impedancia del cuerpo a una corriente eléctrica alterna de características conocidas, siendo esta la resultante de la resistencia (R =oposición de las soluciones iónicas intra y extracelulares al paso de la corriente) que mide estado de hidratación y la reactancia (X_c =producto de la capacitancia de las membranas celulares. (12) La utilización de este método puede predecir la inestabilidad cardiovascular previo al desarrollo de síntomas, ya que la hipovolemia intravascular e hipotensión pueden resultar de un exceso de ultrafiltración por debajo del peso seco crítico. (13, 21)

4. Monitorización no invasiva continua del hematocrito. El CRIT LINE es un aparato que permite realizar una monitorización no invasiva continua del hematocrito (MNICH) para guiar la ultrafiltración. (7) Realiza la medición continua en tiempo real, del hematocrito y saturación de oxigenación en el paciente durante su tratamiento de hemodiálisis mediante tecnología foto-óptica, midiendo los cambios del hematocrito durante el tratamiento. También es capaz de calcular la Hemoglobina (Hb) del paciente. En forma adicional calcula el porcentaje de intercambio del volumen sanguíneo intravascular del paciente. Asumiendo que el volumen total de las células rojas permanece constante durante la sesión de HD los cambios en el hematocrito será inversamente proporcional a los cambios en el volumen sanguíneo. Lo que permite realizar intervención médica en tiempo real durante el tratamiento de HD (ej. Aumentado o disminuyendo la tasa de ultrafiltración) con el fin de remover la cantidad máxima de líquido de manera más tolerable para el paciente, haciendo el tratamiento de diálisis más efectivo. (7,14,15)

5. Marcadores bioquímicos. Péptido natriurético atrial: Es un péptido hormonal sintetizado, almacenado y liberado en el tejido atrial en respuesta a cambios en la presión atrial transmural. Su efecto final es el mantenimiento del sodio y homeostasis del agua. Rascher y colaboradores fueron los primeros en sugerir su uso como indicación del estado de volumen en pacientes en hemodiálisis.

Una determinación adecuada del peso seco y tratar de mantenerlo mediante la hemodiálisis mejora el control de la presión arterial en esta población. (2, 4, 5, 7, 13, 17)

III. ANTECEDENTES

La morbilidad y mortalidad cardiovascular es alta tanto en niños como en adultos que se encuentran en hemodiálisis, siendo la hipertrofia ventricular izquierda un factor de riesgo de

mortalidad cardiovascular en adultos. Dentro de los factores de riesgo para desarrollar hipertrofia ventricular izquierda se encuentran la hipertensión y la sobrecarga de volumen crónica como los más significativos. (7) Entre los pacientes en hemodiálisis la prevalencia de enfermedad arterial coronaria es de un 40% y la prevalencia de hipertrofia ventricular izquierda es de aproximadamente 75%. La mortalidad cardiovascular se ha estimado en un 9% aproximadamente por año. Aunque se estratifique por edad, género o raza, la mortalidad cardiovascular es de 10 a 20 veces mayor en pacientes en diálisis que en la población en general. Entre los pacientes con hemodiálisis o diálisis peritoneal la prevalencia de falla cardíaca es de un 40% aproximadamente. (11)

Independientemente de la importancia (significancia) de la sobrecarga de volumen crónica como factor condicionante de hipertensión en hemodiálisis, tanto la estimación y poder llegar a un peso seco en pacientes pediátricos en hemodiálisis, puede ser extremadamente difícil por múltiples razones, sin hacer menos el hecho del crecimiento mientras se encuentran en diálisis. (7)

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estado de hidratación en los pacientes en programa de diálisis, está en relación con el pronóstico clínico a largo plazo. Los pacientes con sobrehidratación, definido como >15% de expansión de agua extracelular, tienen riesgo de mortalidad significativamente incrementada. La sobrehidratación se asocia con hipertrofia ventricular izquierda, dilatación ventricular, hipertensión arterial y el desarrollo de insuficiencia cardíaca. Por el contrario, la deshidratación se relaciona con efectos adversos como hipoperfusión e hipotensión interdialítica. Del total de pacientes en hemodiálisis se estima que del 25-39% están sobrehidratados, así como el 20% se encuentran en estado de deshidratación. (8). Por lo que el control de volumen puede ser insuficiente, y por lo tanto existe la necesidad de desarrollar objetivamente métodos reproducibles para estimarlo.

Actualmente en el departamento solo se cuenta como herramienta, la clínica (presencia de edema, ingurgitación yugular, sed intensa, hipertensión o hipotensión, hepatomegalia) por lo que la determinación del peso seco se realiza mediante la monitorización durante la sesión y como resultado dando el peso pre y posthemodiálisis. De igual forma por seguridad el límite de ultrafiltración utilizado es del 7% recomendado en la literatura. Si bien se cuenta con valoración nutricional y de ecocardiograma de forma inicial, no se realiza de forma secuencial. Se han realizado protocolos con el uso de bioimpedancia asociado a valoración nutricional, la cual no se encuentra en el servicio. Por lo que es importante demostrar su utilidad para poder contar con al menos uno de estos elementos para mejorar la calidad de la atención y vida de nuestros pacientes.

V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la utilidad de la determinación del peso seco mediante bioimpedancia, medición del diámetro de la vena cava inferior y la medición de la presión arterial ambulatoria en los pacientes pediátricos en hemodiálisis?

VI. JUSTIFICACIÓN

La validación del peso seco en pacientes en terapia de reemplazo renal resulta un desafío clínico no sólo para la evaluación del estado de volemia sino por la repercusión a nivel cardiovascular y nutricional.

Al momento no existe un Gold standard para estimar el peso seco en pacientes pediátricos, se han realizado diversos modelos matemáticos con el fin de obtenerlo, sin embargo, no existen suficientes estudios para determinarlo en nuestra población, si bien la medida del diámetro de la vena cava es un método útil no es posible realizarlo de forma rutinaria (tres veces por semana previo al tratamiento de diálisis).

La bioimpedancia, requiere de tener 4 horas de ayuno y que el paciente coopere durante 5 minutos para realizarlo, también influye el estado nutricional ya que la disminución de la masa muscular por la insuficiencia renal puede alterarlo.

El método con más repercusión clínica es el control de la presión arterial, por lo que este se utilizara para evaluar si la biomedancia o la medición de la vena cava correlaciona con una adecuada determinación del peso seco. (4, 5, 13, 22)

VII. OBJETIVO

El objetivo de este estudio es evaluar si la bioimpedancia, medición del diámetro de la vena cava inferior y la medición de la presión arterial ambulatoria son útiles para determinar el peso seco de los pacientes pediátricos en hemodiálisis.

Objetivos secundarios:

- ¿Contar con un peso seco adecuado, mejora el control de la presión arterial, disminuyendo el uso de hipotensores?
- ¿Contar con un peso seco adecuado, evita desequilibrio hidroelectrolítico por exceso de ultrafiltración, evitando complicaciones secundarias?
- ¿Determinar si el contar con peso seco adecuado disminuye la hipertrofia de ventrículo izquierdo?

VIII. HIPÓTESIS

La estimación del peso seco en pacientes en hemodiálisis mejora la presión arterial y la hipertrofia ventricular izquierda.

IX. METODOLOGÍA

i. DISEÑO DEL ESTUDIO:

Estudio ambispectivo no controlado, que compara los datos clínicos al inicio y posteriores a la inclusión del protocolo. Se utilizarán los mismos pacientes como propio control, por el número limitado y variables de edad, talla y enfermedad subyacente.

La determinación del peso seco se determinará mediante:

- Bioimpedancia
- Monitorización ambulatoria de la presión arterial
- Medición del diámetro de la vena cava inferior mediante ecografía
- Peso pre y posthemodiálisis.

ii. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Pacientes en programa de HD crónica tres veces por semana en el departamento de Nefrología Hospital Infantil de México Federico Gómez.

Diagnóstico de enfermedad renal crónica terminal en terapia sustitutiva en Hemodiálisis del al menos un mes de tratamiento.

Permanecer en el estudio durante el periodo de evaluación.

Consentimiento informado firmado.

iii. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Trasplante renal durante el periodo de estudio.

Faltas frecuentes a su terapia de HD.

Negativa para ingresar al estudio.

Retraso en el desarrollo psicomotor (por dificultad para la toma de bioimpedancia).

iv. RECOLECCION DE DATOS:

TRATAMIENTO DE HEMODIÁLISIS

Los pacientes que ingresen al estudio deberán recibir hemodiálisis crónica 3 veces por semana, se utilizarán filtros de bajo flujo en pacientes menores de 30 kg (F4, F5, F6) en caso de peso mayor a 30 kg el filtro será de alto flujo (optiflux HF8).

El flujo sanguíneo se calculará de acuerdo al peso ($\text{peso} \times 2.6 + 100$) (Daugirdas) con rango de 80 a 400ml/min. De acuerdo a lo establecido en la literatura.

Flujo dializante de 300 a 500 ml/min.

Temperatura dializante 36 °C.

No se aplicará ningún perfil de sodio y la concentración de sodio en el dializante se mantendrá constante 137mEq/l con potasio 2mEq/kg día.

Líneas pediátricas en menores de 20 kg y líneas de adulto en mayores de 20 kg.

Durante el tratamiento de hemodiálisis se tiene monitorización continua de la presión arterial, así como signos vitales cada 15 min, con brazaletes de acuerdo a edad y talla del paciente, la cual se programará con alarma al disminuir la p50.

En caso de presentar alguna complicación se realizará rutina del servicio:

1. Suspender ultrafiltración
2. Disminuir flujo sanguíneo
3. Posición de Trendelenburg
4. En caso de no tener respuesta se administrará solución salina en carga 10ml/kg dosis
5. Valoración del estado hemodinámico

Los datos basales se recolectarán durante un periodo de 1 semana realizándose bioimpedancia, medición del diámetro de la vena cava inferior y monitorización continua de la presión arterial pre y posthemodiálisis.

Se anotarán la presencia de datos clínicos (ver anexo 1).

MONITORIZACIÓN CONTINUA DE LA PRESIÓN ARTERIAL

Durante el primer mes antes y después del periodo de estudio, se realizará la medición de la presión arterial ambulatoria (MAPA) durante 24 horas (hrs). Estos datos serán grabados utilizando un monitor de presión sanguíneo automático (ABPM50, Contec medical systems Co. LTD). El monitor se colocará en los pacientes después de la hemodiálisis el cual llevaran durante 24hrs. Los monitores se programarán para medir la presión cada 20 minutos (min), de las 6 am a la media noche y cada 30 min de la media noche a las 6 am.

Para facilitar la comparación de la medición de la presión arterial (BP) entre niños de varios tamaños, se utilizarán los valores publicados de la medición casual de la BP en las guías de hipertensión de niños (TASK Force). El índice de BP es calculado por la división de la presión medida del paciente para la edad, género y talla específica en la percentila 95, en el valor descrito previamente. Un índice BP ≥ 1 indica que el paciente tiene hipertensión. Las mediciones de MAPA se indexaran a la percentila 95 para género y talla utilizada por los valores publicados por Soergel et al. (13)

EVALUACIÓN DEL DIÁMETRO DE LA VENA CAVA INFERIOR MEDIANTE ECOCARDIOGRAFÍA

Se realizará estudio ecocardiográfico previo y posterior a la sesión de hemodiálisis (de 30 a 120 minutos posterior). Se medirá el diámetro anteroposterior de la vena cava inferior 1.5cm por debajo del diafragma en el segmento hepático en posición supina durante inspiración y expiración. Se expresará en porcentaje.

El índice de masa del ventrículo izquierdo (LMVI) se medirá con equipo de ecocardiografía en modo M de acuerdo a los criterios establecidos por la sociedad de ecocardiografía americana. La LMVI (g/m^{2.7}) que será el índice para la talla del paciente elevado a la 2.7 potencia para ajustar al tamaño de acuerdo a los estándares mundiales (14).

EVALUCIÓN DEL PESO SECO MEDIANTE BIOIMPEDANCIA

La BIA está basada en el principio de la impedancia bioeléctrica (vector de la suma de la resistencia y reactancia). La BIA espectroscópica multifrecuencia (BIS) ha surgido como un método con bases teóricas más desarrolladas y complejas con el objetivo de estimar con más precisión no sólo el agua corporal total sino también los diferentes compartimentos de distribución (intracelular y extracelular). Existe una amplia experiencia con el uso de BIA en pacientes sometidos tanto a hemodiálisis como a diálisis peritoneal. Los parámetros que se obtienen con este procedimiento son muy útiles para monitorizar la masa magra, la grasa y el

estado de hidratación. Para la determinación de esta prueba se utilizará un monitor de composición corporal (Body Composition Monitor, Fresenius), y para el cálculo de los diferentes parámetros el software «Fluid Management Tool», versión 3.1.11.

El paciente descalzo, y sin portar elementos metálicos, se acuesta en la camilla sobre una superficie no conductora de la electricidad, separando suficientemente los miembros para que no tengan contacto entre sí. Los electrodos se colocan pegados a la piel en el dorso de la mano y muñeca, y en el dorso del pie y del tobillo.

Los parámetros que se recogerán para el estudio son: estado de hidratación o desviación con respecto a la normohidratación (\pm en litros), agua corporal total (l), agua intracelular, agua extracelular, masa magra total (kg), masa grasa total (kg), masa celular total (kg) y ángulo de fase a 50 kHz ($^{\circ}$). (8)

Se realizará antes de la hemodiálisis con un periodo de ayuno de 4 hrs.

MEDICIONES PARA RESULTADOS

Se medirán las variables por cada sesión de hemodiálisis durante los periodos basales y de intervención incluyendo:

Número de diálisis asociado a eventos de morbilidad (EMD)

Estimación de peso seco

Peso pre y post hemodiálisis

Presión arterial pre y posthemodiálisis.

Se determinará una media de peso y presión arterial durante la semana utilizada durante el análisis de datos.

EVENTOS DE MORBILIDAD (EMD): se definen como la presencia de: hipotensión, mareo, parestesias, cefalea, náusea, vómito que requieren una intervención (carga de solución salina, detener o suspender UF, suspender HD o posición de Trendelenburg).

X. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Se considera un estudio con riesgo mínimo ya que no se realizaron modificaciones al tratamiento hemodialítico de los pacientes.

XI. PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos con tendencia central se expresarán en desviaciones estándar. Se realizó coeficiente de correlación de Pearson para valorar grado de concordancia entre las mediciones del peso seco. Se elaboraron gráficos de dispersión para evaluar la correlación entre variables.

XII. DEFINICIÓN DE VARIABLES

Variable dependiente

- Peso seco

Variables independientes

- Género
- Edad
- Monitorización ambulatoria de la presión arterial sistólica y diastólica
- Diámetro de la vena cava inferior
- Peso por bioimpedancia

Tabla 2. Definición de variables

Variable	Definición
Peso seco	Aquel peso postdiálisis con el cual la presión arterial es óptima, en ausencia tanto de datos clínicos de sobrecarga de volumen como de síntomas de hipotensión ortostática, en estado de normotensión hasta la sesión siguiente, en ausencia de medicación antihipertensiva.
Monitorización ambulatoria de la presión arterial (MAPA)	La MAPA se efectuó preferentemente en un día de actividad normal, posterior a la sesión de hemodiálisis, con un manguito adecuado para el tamaño del brazo del paciente. Se consideraron registros válidos aquellos en los que el porcentaje de lecturas válidas fuera $\geq 66\%$ del total y no hubiera ninguna hora sin ninguna lectura. Se programó el monitor para toma de tensión arterial cada 30 minutos de 7 a 22 horas y de 22 horas a 7 am cada 60 minutos.
Bioimpedancia	Se basa en el principio de los tejidos biológicos se comportan como conductores o aislantes de una corriente eléctrica dependiendo de su composición. La utilización de este método puede predecirla inestabilidad cardiovascular previo al desarrollo de síntomas, ya que la hipovolemia intravascular e hipotensión pueden resultar de un exceso de ultrafiltración por debajo del peso seco crítico.
Diámetro de la vena cava inferior	El diámetro de la vena cava inferior está estrechamente relacionado con la presión en la aurícula derecha y el volumen plasmático. Se define sobrehidratación como un diámetro de la cava mayor a 11mm/m ² sc ó índice de colapso (diámetro espiratorio de la vena cava – diámetro de la vena cava inferior en inspiración/diámetro de espiración x 100%) menor del 40%. Se definió deshidratación como un diámetro caval menor de 8mm/m ² sc ó índice de colapso mayor del 75%.

XIII. RESULTADOS

Se incluyeron un total de 27 pacientes en el estudio, los cuales se encontraban en programa de HD crónica tres veces por semana en el departamento de Nefrología Hospital Infantil de México Federico Gómez.

Tabla 3. Características demográficas de la población al ingreso al estudio. Los resultados se muestran en porcentaje o en media.

Género	
Masculino	62%
Femenino	38%
Edad	
Años	12 (2-17)
Diagnóstico ERC	
Indeterminada	70%
GEFS	12%
Uropatía	12%
Vasculitis	6%
Medicación antihipertensiva	
Ninguno	30%
1 medicamento	22%
2 medicamentos	30%
3 medicamentos	6%
4 medicamentos	8%
5 medicamentos	4%

Tabla 4. Media y desviación estándar prehemodiálisis/posthemodiálisis

	Prehemodiálisis	Posthemodiálisis
Peso	31.9 (15.3)	31.4 (15.1)
Diámetro ve	62.1 (25.5)	78.7 (30.5)
TA Sistólica	120.4 (13.4)	110.9 (11.2)
TADiastólica	74.3 (15.5)	66.5 (13.7)

Tabla 5. Variables expresadas en media y desviación estándar

	Media	Desviación estándar
Edad	12.3	4.3
Medicamentos empleados	1.4	1.4
TA Sistólica prehemodiálisis	120.4	13.4
TA Diastólica prehemodiálisis	74.3	15.5
Ultrafiltrado (% peso corporal)	3.7	2.0
QS	171.9	38.6
QD	381.5	100.1
Peso prehemodiálisis	32.0	15.3
Peso posthemodiálisis	31.4	15.1
Peso por bioimpedancia	32.0	14.9
TA Sistólica posthemodiálisis	110.9	11.2
TA Diastólica posthemodiálisis	66.5	13.7
Diámetro de vena cava inferior prehemodiálisis	62.2	25.5
Diámetro de vena cava inferior posthemodiálisis	78.7	30.5
Tiempo en hemodiálisis (meses)	15.1	20.9

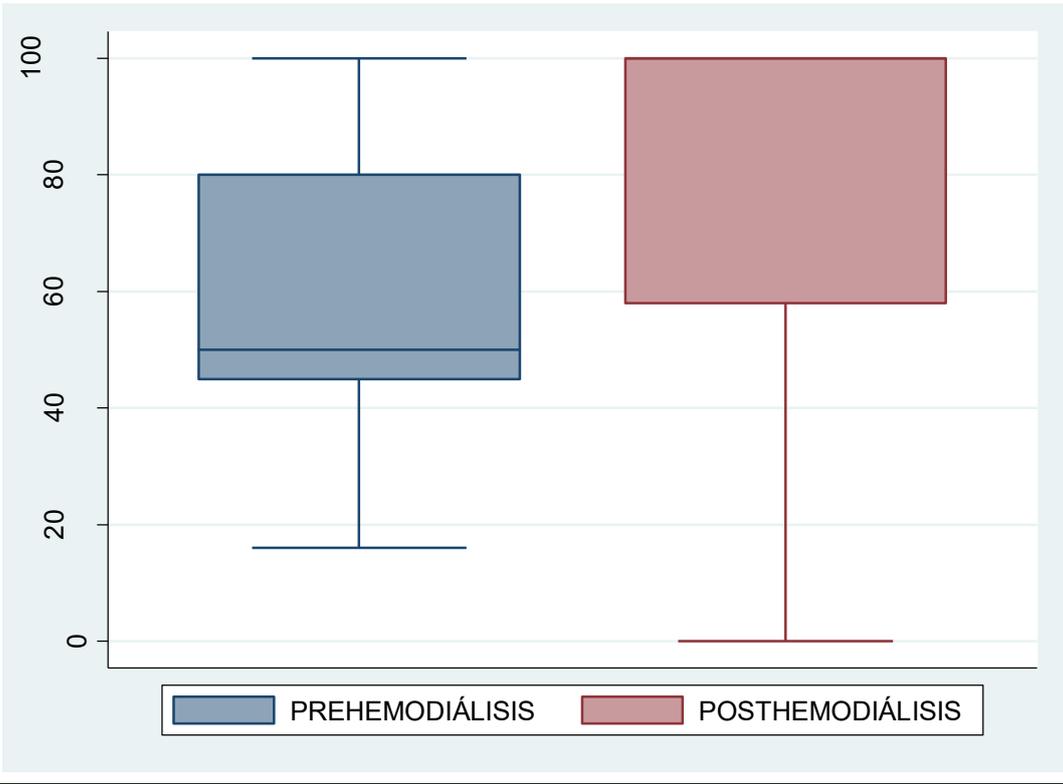
Tabla 6. Tabla de trabajo correlaciones prehemodiálisis

	Presión arterial sistólica	Presión arterial diastólica	Peso	Bioimpedancia	Diámetro vena cava inferior	Grosor ventrículo izquierdo	Ultrafiltración % (peso)
Presión arterial sistólica	1						
Presión arterial diastólica	0.6018	1					
Peso prehemodiálisis	0.0154	-0.0416	1				
Bioimpedancia	0.0394	-0.0137	0.9939	1			
Diámetro vena cava inferior	-0.1081	-0.0218	-0.1734	-0.18	1		
Grosor ventrículo izquierdo	0.1406	-0.033	0.1101	0.0958	-0.077	1	
Ultrafiltración % (peso)	-0.2331	-0.1996	-0.53	-0.5346	0.0336	-0.2942	1

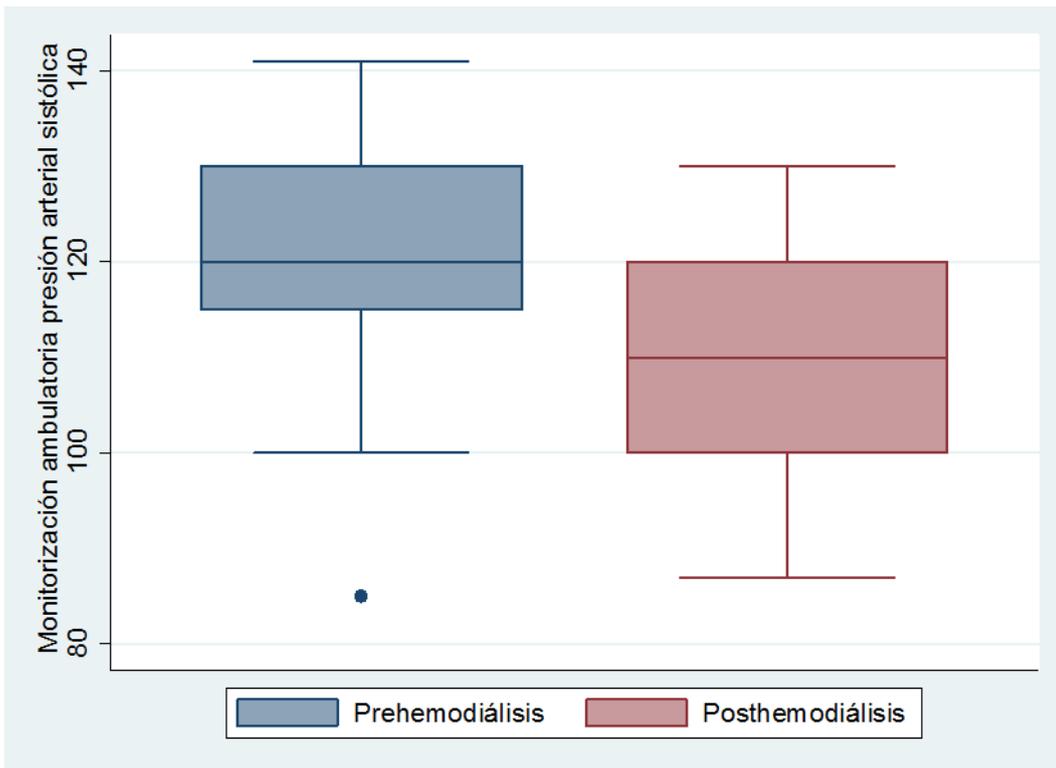
Tabla 7. Tabla de trabajo correlaciones posthemodiálisis

	Peso	Bioimpedancia	Presión arterial sistólica	Presión arterial diastólica	Diámetro vena cava inferior	Grosor ventrículo izquierdo	Ultrafiltración % (peso)
Bioimpedancia	0.9945	1					
Presión arterial sistólica	0.3432	0.3403	1				
Presión arterial diastólica	0.4558	0.4645	0.8126	1			
Vena cava inferior	0.0191	0.028	-0.296	-0.2856	1		
Grosor ventrículo izquierdo	0.1149	0.0958	0.2982	0.0123	-0.063	1	
Ultrafiltración % (peso)	-0.5474	-0.5346	-0.2791	-0.2064	0.0544	-0.2942	1

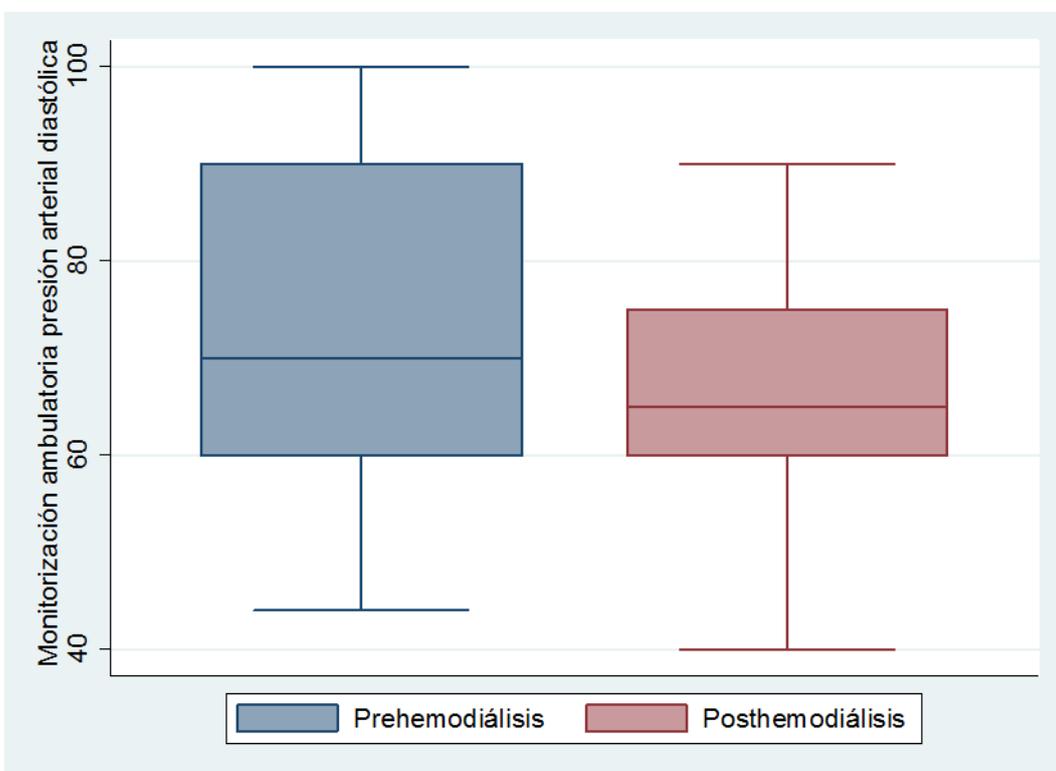
Gráfica 1. Diámetro de la vena cava inferior prehemodiálisis/posthemodiálisis



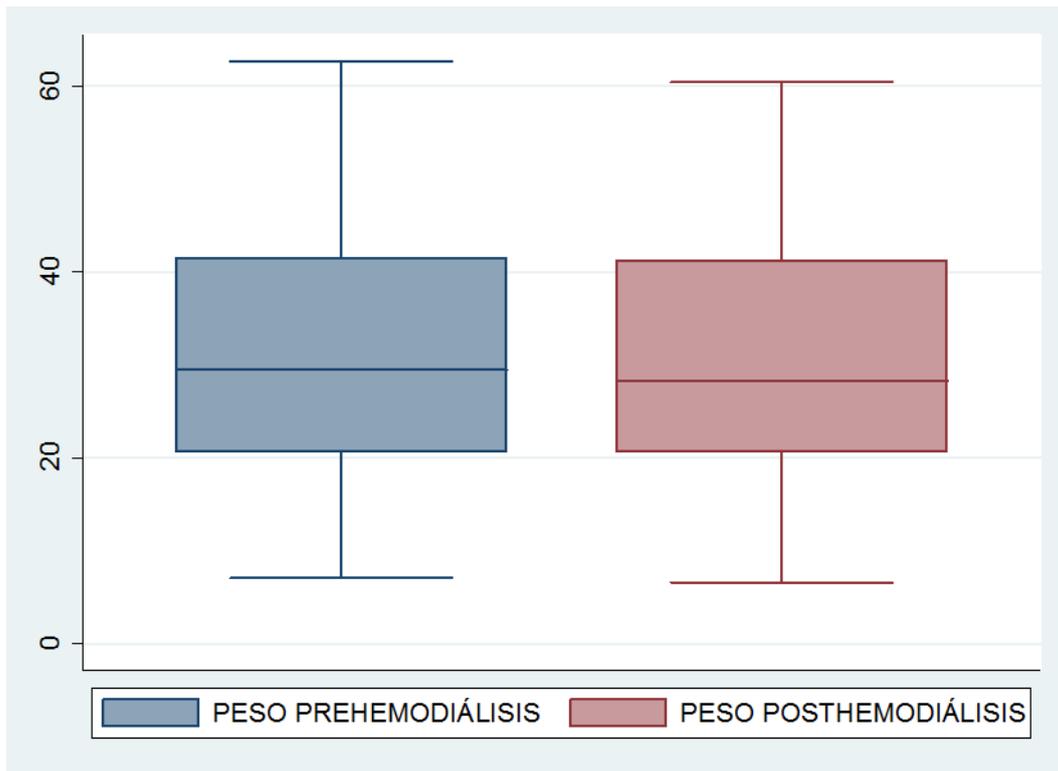
Gráfica 2. Monitorización de la presión arterial ambulatoria sistólica prehemodiálisis/posthemodiálisis (mmHg)



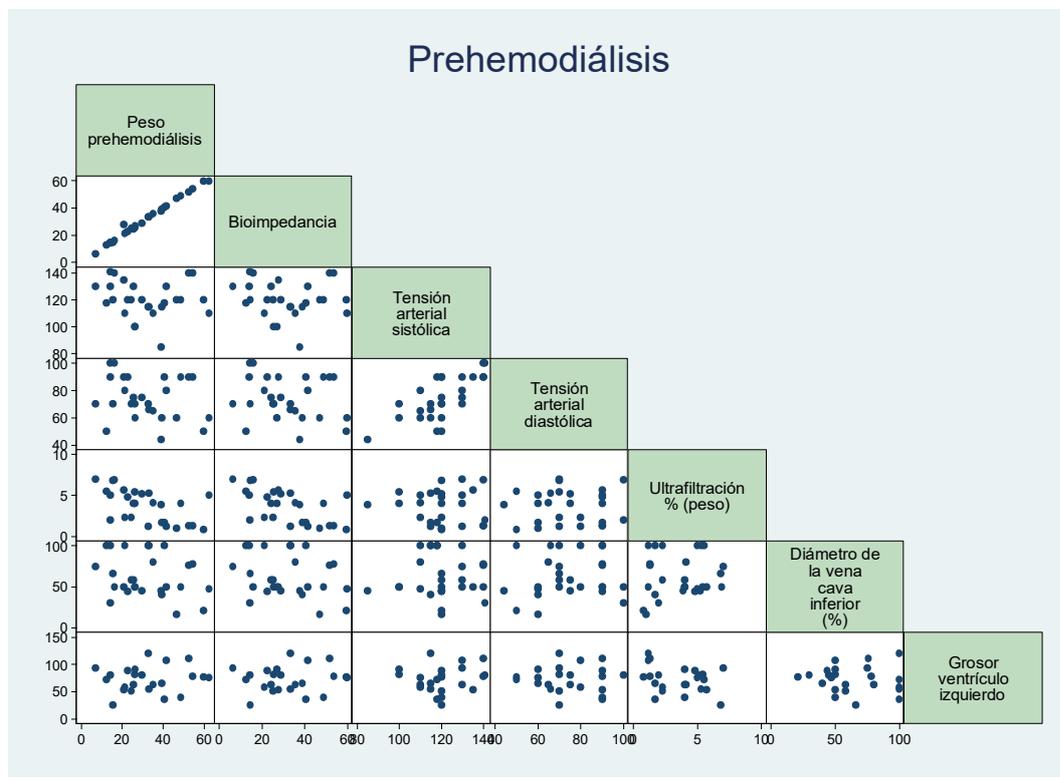
Gráfica 3. Monitorización de la presión arterial ambulatoria diastólica prehemodiálisis/posthemodiálisis (mmHg)



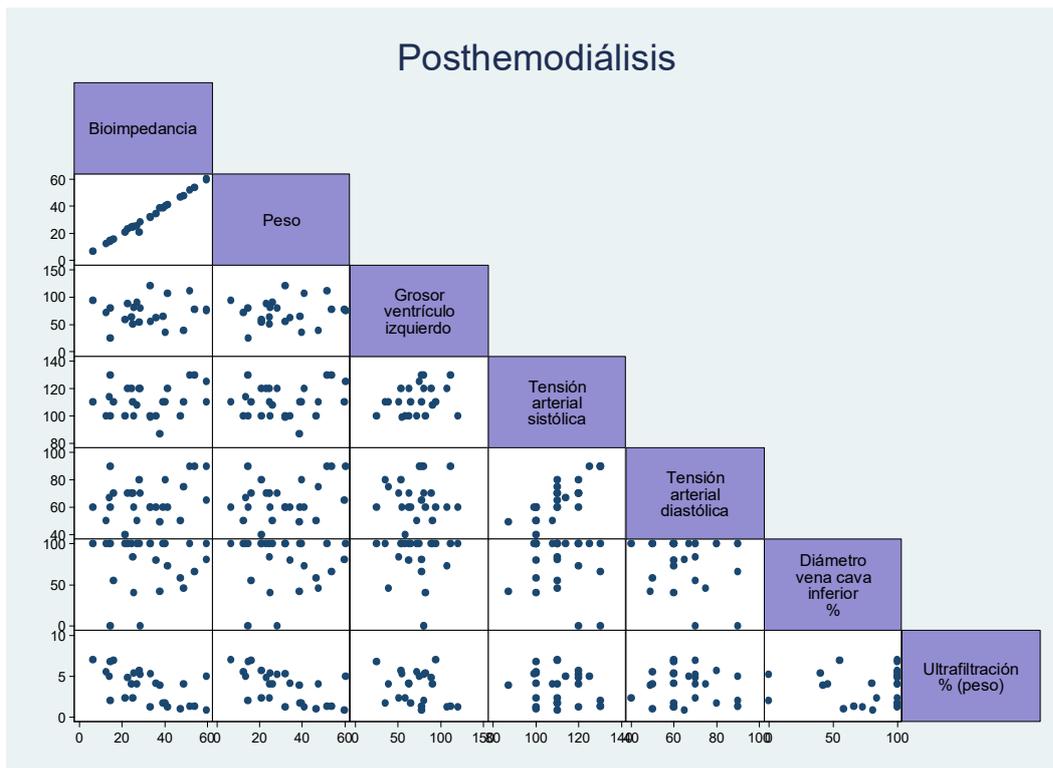
Gráfica 4. Peso prehemodiálisis/posthemodiálisis (kg)



Gráfica 5. Correlación entre determinantes del peso seco prehemodiálisis



Gráfica 6. Correlación entre determinantes del peso seco posthemodiálisis



XIV. DISCUSIÓN

La estimación del peso seco es una herramienta indispensable para la terapia de diálisis en el caso de los niños no existe un gold standard para su determinación. Durante la realización del estudio, encontramos que únicamente la clínica como se encuentra descrito en la literatura no es suficiente para la determinación del mismo, ya que, al realizar las mediciones con los diferentes instrumentos, encontramos la presencia de fracciones de eyección disminuidas, así como hipertrofia del ventrículo izquierdo, trombo en aurícula derecha, disfunción sisto-diastólica e hipertensión paradójica de nuestros pacientes. Lo que nos obliga a contar con un instrumento que apoye la estimación del peso seco de forma más exacta. Si bien los parámetros bioquímicos nos han ayudado a mantener una diálisis adecuada como es el Kt/V, PCR, PRA, así como la valoración nutricional, no ha sido suficiente para evitar estas complicaciones detectadas. Actualmente en nuestra unidad la media del Kt/V se encuentra en 1.1. Nuestros resultados demuestran que la bioimpedancia en conjunto con la monitorización continua de la presión arterial (ambos) son una opción a nuestro alcance para estimar el peso seco. Así mismo la realización de ecocardiograma de forma trimestral, ayudara a determinar estas complicaciones, se ha demostrado en otras series de casos que la determinación del diámetro de la vena cava en forma rutinaria ayuda a la estimación del estado de volemia y tomar medidas para disminuir estas complicaciones. Como se ha

demostrado en múltiples estudios de adultos el control adecuado de la presión arterial mejora o disminuye la hipertrofia ventricular izquierda. El control adecuado de la presión arterial constituye la base de la prevención cardiovascular, renal y global en el paciente con enfermedad renal crónica (22).

Dentro de las variables estudiadas, se demostró que existe una alta correlación entre el control de la presión arterial realizado mediante MAPA con la bioimpedancia.

No se obtuvo una correlación entre las mediciones ecocardiográficas y la monitorización de la presión arterial. El 70% de los pacientes incluidos en el estudio utiliza al menos un medicamento para el control de la hipertensión arterial. 36% de los pacientes cuentan con hipertrofia concéntrica del ventrículo izquierdo, 4% con hipertrofia excéntrica del ventrículo izquierdo y 59% con remodelación concéntrica del ventrículo izquierdo, notando así una falla en la determinación del peso seco.

En relación al peso seco debido a que no existe un instrumento único que nos permita su medición exacta, puede ser objeto de mediciones subjetivas comprometiendo la calidad del tratamiento dialítico (operador dependiente).

Sería adecuado contar con un mayor número de pacientes y un grupo control, sin embargo, al contar con el recurso para una adecuada valoración del peso seco no sería ético dejar a un grupo de pacientes sin esta herramienta.

Se espera en un futuro contar con un CRIT LINE para realizar una monitorización dinámica y poder realizar los ajustes al momento antes de presentar datos clínicos.

Establecer un estado de euvolemia es de suma importancia para disminuir la postcarga en estos pacientes y disminuir la morbilidad cardiovascular. La monitorización no invasiva de la presión arterial y el empleo de bioimpedancia, muestran una alta correlación para la determinación del peso seco, por lo que se debe de emplear de manera rutinaria en el servicio de hemodiálisis.

XV. CONCLUSIÓN

No existe un método único para determinar el peso seco en los pacientes pediátricos en hemodiálisis. En nuestra población se encontró con adecuada correlación el uso de bioimpedancia en conjunto con la monitorización continua de la presión arterial para establecerlo. Estamos a la expectativa de disminuir las complicaciones cardiovasculares de nuestra población, con esta intervención. Así mismo sería adecuado contar con un grupo control y una mayor población para evaluar además si existe algún cambio en los parámetros bioquímicos: Kt/V, PCR, PRA y el estado nutricional hacia una diálisis más eficiente, que no era el objetivo del estudio. Se deberá incorporar la realización de ecocardiograma de forma trimestral para evaluar los cambios obtenidos. Por lo que proponemos como un buen instrumento la determinación del peso seco mediante la monitorización continua de la presión arterial y la biomedancia.

XVI. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Dado que no existe un gold estándar para la determinación del peso seco, más que la clínica, sería adecuado contar con un grupo control con una mayor población.

XVII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 8. Cronograma de actividades

Fecha de inicio: (mes/año)	BIMESTRE											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Enero 2016												
ACTIVIDAD												
Obtención de insumos												
Estandarización de técnica												
Inclusión de pacientes												
Realización de estudios												
Análisis de los estudios												
Presentación de resultados												
Elaboración de manuscritos												
Publicación												
OTRAS ACTIVIDADES (ESPECIFICAR)												
Instituto Mexicano de Investigaciones Nefrológicas												
American Society of Nephrology												

XVIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Shin, H. S., Oh, J. Y., Park, S. J., Kim, J. H., Lee, J. S., & Shin, J. I. Outcomes of Hemodialysis in Children: A 35-Year Experience at Severance Hospital. *Yonsei medical journal* 2015: 56(4), 1007-1014.
2. Fischbach, M., Stefanidis, C. J., Watson, A. R., & European Paediatric Peritoneal Dialysis Working Group. Guidelines by an ad hoc European committee on adequacy of the paediatric peritoneal dialysis prescription. *Nephrology Dialysis Transplantation* 2002: 17(3), 380-385.
3. Goldstein, S. L., Graham, N., Burwinkle, T., Warady, B., Farrah, R., & Varni, J. W. Health-related quality of life in pediatric patients with ESRD. *Pediatric Nephrology* 2006: 21(6), 846-850.
4. Oncel, M., Akbulut, S., Toka Ozer, T., Kiyici, A., Keles, M., Baltaci, B., & Turk, S. Cytokines, adipocytokines and inflammatory markers in patients on continuous ambulatory peritoneal dialysis and hemodialysis. *Renal failure*, 2016: 1-5.
5. Klaus, G., Watson, A., Edefonti, A., Fischbach, M., Rönholm, K., Schaefer, F., ... & Schröder, C. Prevention and treatment of renal osteodystrophy in children on chronic renal failure: European guidelines. *Pediatric nephrology* 2006: 21(2), 151-159.
6. Jaeger, J. Q., & Mehta, R. L. (1999). Assessment of Dry Weight in Hemodialysis An Overview. *Journal of the American Society of Nephrology* 1999:10(2), 392-403.
7. Vázquez, R., Grovas, H. P., de Jesús, M., & Paniagua, R. Diferentes métodos de medición. *Rev Med IMSS* 2003: 41(3), 229-233.
8. Patel, H. P., Goldstein, S. L., Mahan, J. D., Smith, B., Fried, C. B., Currier, H., & Flynn, J. T. A standard, noninvasive monitoring of hematocrit algorithm improves blood pressure control in pediatric hemodialysis patients. *Clinical journal of the American Society of Nephrology*, 2007: 2(2), 252-257.
9. Fischbach, M., Zaloszc, A., & Shroff, R. The interdialytic weight gain: a simple marker of left ventricular hypertrophy in children on chronic haemodialysis. *Pediatric Nephrology*, 2015: 30(6), 859-863.
10. Sönmez, F., Mir, S., Özyürek, A. R., & Cura,- The adjustment of post-dialysis dry weight based on non-invasive measurements in children. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 1996: 11(8), 1564-1567.

11. Arias, M. La bioimpedancia como valoración del peso seco y del estado de hidratación. *Diálisis y Trasplante*, 2010: 31(4), 137-139.
12. Foley, R. N. Clinical epidemiology of cardiovascular disease in chronic kidney disease. *Journal of renal care*, 2010: 36(s1), 4-8.
13. Brooks, E. R., Fatallah-Shaykh, S. A., Langman, C. B., Wolf, K. M., & Price, H. E. Bioelectric impedance predicts total body water, blood pressure, and heart rate during hemodialysis in children and adolescents. *Journal of Renal Nutrition*, 2008: 18(3), 304-311.
14. Garro, R., Sutherland, S., Bayes, L., Alexander, S., & Wong, C. CRIT-LINE: a noninvasive tool to monitor hemoglobin levels in pediatric hemodialysis patients. *Pediatric Nephrology*, 2015: 30(6), 991-998.
15. Balter, P., Artemyev, M., & Zabetakis, P. Methods and challenges for the practical application of Crit-Line™ monitor utilization in patients on hemodialysis. *Blood purification*, 2015: 39(1-3), 21-24.
16. Michael, M., Brewer, E. D., & Goldstein, S. L. Blood volume monitoring to achieve target weight in pediatric hemodialysis patients. *Pediatric Nephrology*. 2004: 19(4), 432-437.
17. Reddan, D. N., Szczech, L. A., Hasselblad, V., Lowrie, E. G., Lindsay, R. M., Himmelfarb, J., ... & Califf, R. M. Intradialytic blood volume monitoring in ambulatory hemodialysis patients: a randomized trial. *Journal of the American Society of Nephrology*, 2005: 16(7), 2162-2169.
18. Soergel, M., Kirschstein, M., Busch, C., Danne, T., Gellermann, J., Holl, R., ... & Rascher, W. Oscillometric twenty-four-hour ambulatory blood pressure values in healthy children and adolescents: a multicenter trial including 1141 subjects. *The Journal of pediatrics*, 1997: 130(2), 178-184.
19. Baumgartner, R. N., Chumlea, W. C., & Roche, A. F. Bioelectric impedance phase angle and body composition. *The American journal of clinical nutrition*, 1998: 48(1), 16-23.

20. Paglialonga, F., Ardissino, G., Galli, M. A., Scarfia, R. V., Testa, S., & Edefonti, A. Bioimpedance analysis and cardiovascular status in pediatric patients on chronic hemodialysis. *Hemodialysis International*, 2012: 16(S1), S20-S25.
21. Becker, G. J, Wheeler, D. C, KDIGO clinical practice guideline for the management of blood pressure in chronic kidney disease. *Kidney Int*, 2012: 2, S337-414.
22. Halbach, S., & Flynn, J. Treatment of hypertension in children with chronic kidney disease. *Current hypertension reports*, 2015: 17(1), 1-8.

XIX. ANEXOS

1. Hoja de registro de hemodiálisis



Instituto Nacional de Salud
Departamento de Nefrología
Hoja de Registro de Hemodiálisis

Datos Generales						Fecha:			
Nombre				Edad		Registro			
Diagnóstico				Hemodiálisis No.		Fecha de Ingreso			
PESO				Maquina		No. de Maquina			
Peso seco (Kg)		Peso Final Anterior: (Kg)		Acceso Vascular		Sitio			
Peso Inicial (Kg)	Peso Ganado (Kg)	Peso Final (Kg)	Fecha de Colocación			Acceso No.			
Prescripción									
Tiempo (h):	Filtro (f):	Qs (ml/min):	Qd (ml/min):	Grupo sanguíneo			Última Transfusión		
Na (mEq/L)	K (mEq/L):	Ca (mg/L)	HCO3 (mEq/L):	Serología Hepatitis B			Serología VIH		
Perfil de Na/ UF:		UF:	UF:Total	Fecha de Vacunación			No. de Dosis		
Dosis Heparina Tot:		Bolo (UI)	Mantenimiento:	Adec. Diálisis	PRU/	Kt/V	GU	PNA	nPNA

Laboratorios

Fecha	Hb/Hto	Glucosa	BUN/Cr	Ca/P	Na/K	Cl/CO2T	Prot/Alb

Medicamento	Días de Administración.	Dosis	Fecha
HIERRO	L M M J V S D		
EPO	L M M J V S D		
OTROS	L M M J V S D		

Hora	TA	FC	Temperatura	Qs	Presión Arterial	Presión Venosa	PTM	QD	Heparina	Tiempo Coag.	Medicamentos

Motivo de Hemodiálisis

Exploración Física	PRE-HEMODIÁLISIS	POST-HEMODIÁLISIS
Pulso		
Ruidos Cardiacos		
Respiratorio		
Abdomen		
Extremidad		
Reflejos Osteotendinosos.		
Piel y Anexos		
Otras		

Complicaciones y Sintomatología:

Pre-Hemodiálisis	Post-Hemodiálisis

Médico Adscrito: _____ Médico Residente: _____ 35
 Conecto: _____ Desconecto: _____

Indicaciones Médicas:

Nombre y Firma del Médico

Responsable: _____

Observaciones de Enfermería:

Valoración Funcional				Valoración de Dolor				Riesgo de Caídas			
Estado de conciencia				CRIS				ALTO			
Movilización en cama				EVA					MEDIANO		
Deambulacion				FLACC							
	1°	2°	3er	CONFORT					1°	2°	3er

LISTA DE VERIFICACIÓN DE HEMODIÁLISIS SEGURA

AL INGRESO DEL PACIENTE

ANTES DE INICIAR

A LA SALIDA DE LA UNIDAD

Registro a la Entrada:		Tiempo fuera:		Post-Hemodiálisis	
SI	NO	SI	NO	SI	NO
¿Es el paciente correcto?	_____	Revisión del paciente:	_____	¿Se cumplió la prescripción médica?	_____
¿El paciente cumple con los criterios para el procedimiento?	_____	-Signos vitales: _____	_____	¿Se sellaron los lúmenes con heparina y se colocaron los taponos?	_____
¿Existen análisis de laboratorio actuales (un mes)?	_____	-Análisis de laboratorio : _____	_____	¿Se aplico algún medicamento ?	_____
-Verificación de tubos y solicitud	_____	-Ultrafiltración: _____	_____	¿Se valoraron los signos vitales al finalizar el procedimiento?	_____
¿El paciente presenta algún tipo de alergias?	_____	-Sodio, QS, Qd : _____	_____	¿El paciente se encuentra estable para su egreso?	_____
Cual: _____		¿Se verificaron roles de RCP?	_____	Solo para uso interno:	
		¿El paciente presenta acceso vascular disfuncional?	_____	-Entrada: _____ / 8 = _____ x 100 = _____ %	
		-Plan a seguir: _____	_____	-Salida: _____ / 4 = _____ x 100 = _____ %	
		Confirmar de manera verbal el Plan de Hemodiálisis con un médico.		-Tiempo fuera: _____ / 5 = _____ x 100 = _____ %	
		-Verificar material y equipo: _____	_____	-Total _____ / 17 = _____ x 100 = _____ %	
		-Identificación del paciente: _____	_____		
		Verificación del peso :	_____		
		Tiempo del procedimiento de Hemodiálisis :	_____		
		Valoración del acceso vascular:			
		-Personal de Enfermería: _____	_____		
		-Identificación de líneas: _____	_____		
		-Identificación de infección, edema y hematoma: _____	_____		
		•Revisión del plan de Eventos adversos anticipado:-			
		-Hipotensi6n: _____	_____		
		-Calambres : _____	_____		
		Verificaci6n de medicamentos que deban ser administrados:			
		¿Cuál?: _____	_____		
		-Plan a seguir: _____	_____		

Adaptada Silver et al. Final Version of hemodialysis safety Check list following Delphi panel process., Canadian Journal of Kidney Health and Disease 2015.0

Nombre y Firma de Enfermería 1°, 2° y 3er. Turno:

2. Anexo 2 consentimiento informado de participación en el estudio

HOSPITAL INFANTIL DE MEXICO "FEDERICO GÓMEZ"

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

Título del estudio: "DETERMINACIÓN DE PESO SECO EN PACIENTES PEDIÁTRICOS MEXICANOS EN HEMODIÁLISIS"

Introducción

Deseamos a invitarlo a participar en este estudio de investigación que se llevará cabo en el Hospital Infantil de México.

Su participación es voluntaria. Usted puede decidir no participar o puede retirarse del estudio en cualquier momento. En cualquier caso no perderá ninguna forma de atención médica en el Hospital.

La investigación puede proporcionar información que ayude, en el futuro inmediato, a otros niños con la misma enfermedad que la de su hijo(a).

Antes de decidir participar, lea con cuidado el presente documento y tómese el tiempo que requiera para realizar cualquier pregunta o discutir este estudio con cualquier persona que participe en la investigación, con su familia o con cualquier otro profesional de la salud.L

Finalidad del estudio

La diálisis es un tratamiento para la falla renal. Ayuda a remplazar el trabajo que hacen los riñones cuando paran de trabajar. La hemodiálisis es un tipo de diálisis. La hemodiálisis es una manera de limpiar desechos y el exceso de líquidos en su sangre por medio de una máquina. En los pacientes pediátricos es difícil estimar la ganancia de peso entre sesiones de diálisis ya que entre otros motivos se encuentran en etapa de crecimiento. Dentro de los efectos adversos a largo plazo de sobrecarga hídrica se encuentran incremento en la mortalidad cardiovascular, hipertensión arterial, ó por el contrario si el paciente se ultrafiltra demasiado conlleva a hipotensión, calambres, cefalea, etc. En el presente estudio se realizará un ecocardiograma previo y al finalizar la sesión de hemodiálisis para monitorizar los cambios en el volumen de sangre de su hijo, se colocará un aparato que medirá la presión arterial 24 horas posterior a la sesión de hemodiálisis y se realizarán mediciones con un aparato llamado bioimpedancia el cual nos ayudará a determinar el grado de deshidratación o sobrehidratación, ninguno de estos procedimientos es doloroso ni generan costo para usted como familiar.

Riesgos y molestias

Sobreestimación del peso seco del paciente. La monitorización con este dispositivo no genera dolor, costo ó pérdidas sanguíneas en los pacientes.

Beneficios

El beneficio que mi hijo(a) tendrá es que se conocerá con certeza el peso seco al cual se debe llegar en cada sesión de hemodiálisis, mejor control de presión arterial y disminución de medicación antihipertensiva. La información que se obtenga del estudio permitirá conocer mejor este padecimiento y servirá para refinar las estrategias de manejo

Procedimientos alternativos y costos

. Mediante la monitorización de la sangre con el Crit-Line se obtienen medidas indirectas del estado de dilución ó concentración de la misma para determinar si el paciente requiere mayor ó menor ultrafiltración. La monitorización con este dispositivo no tendrá costo para usted.

Accesibilidad de los investigadores y confidencialidad

Los médicos que atienden a su hijo estarán en todo momento, dispuestos a responder a todas sus preguntas e inquietudes respecto a los resultados del estudio que se realizará a su hijo.

En todo momento se mantendrá la confidencialidad de los resultados de los exámenes practicados en su hijo. Solamente usted y los médicos conocerán el resultado del estudio.

Durante el estudio usted recibirá información de los resultados que se vayan obteniendo del mismo con el fin de actualizar ante usted la información científica al respecto y que usted pueda tomar las decisiones siguientes con mayor fundamento.

Normas acerca de las lesiones relacionadas con la investigación

Cualquier evento adverso asociado a la monitorización del hematocrito durante hemodiálisis será atendido prontamente con los recursos del hospital.

Problemas o preguntas

Si surgiera algún problema o tuviese usted una pregunta con respecto a este estudio, a sus derechos como participante en la investigación o cualquier situación relacionada con la misma, debe comunicarse con los médicos que participan en este estudio:

Dra. Irma Esther del Moral Espinosa, Dr. Isidro Franco, Dr. Saúl Valverde del Hospital Infantil de México Federico Gómez, Tel. 52-28-99-17, extensión 2118

Documento de consentimiento

Usted puede decidir no participar en el estudio, o bien decidir retirarse del estudio. En cualquier caso, no perderá ninguna prestación a la que tenga derecho. Le sugerimos que conserve copia de este documento para consultarlo posteriormente.

He leído las explicaciones acerca de este estudio y se me ha dado la oportunidad de discutir las y de hacer preguntas. Por este medio otorgo mi consentimiento para participar en este estudio.

Nombre y firma del sujeto de estudio, padre, madre o tutor responsable del niño

Testigo: Nombre, dirección y relación con el niño; firma.

Testigo: Nombre, dirección y relación con el niño; firma.

Médico responsable: Nombre, posición en el Hospital, teléfono, firma.

Nombre del Investigador principal en donde puede referir al familiar en caso de duda:

Dra. Irma Esther Del Moral Espinosa

Tel. 52-28-99-17, Ext. 2118