



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
SECRETARIA DE SALUD  
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO “DR. EDUARDO LICEAGA”  
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN EN SALUD  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

“UTILIDAD DEL MONITOREO DE LA PRESION ARTERIAL Y  
VECTORES DE BIOIMPEDANCIA ELECTRICA EN PACIENTES  
CON ENFERMEDAD RENAL CRONICA EN HEMODIALISIS”

**T E S I S**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN  
NEFROLOGÍA

**P R E S E N T A**

**DRA. DEYSI ESMERALDA GÁLVEZ CRUZ**

DIRECTOR DE TESIS: DR. RAFAEL VALDEZ ORTIZ

PROFESOR TITULAR DEL CURSO EN ESPECIALIZACIÓN DE  
NEFROLOGÍA

COMITÉ TUTORIAL: DRA. DRA. LUCIA MONSERRAT PÉREZ NAVARRO

DOCTORA EN CIENCIAS MÉDICAS

HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO

- CIUDAD DE MÉXICO, JULIO 2017-





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.

## CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<b>ABREVIATURAS</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<b>RESUMEN</b>	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<b><u>I. INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>6</b>
I.1. MARCO DE REFERENCIA Y ANTECEDENTES	6
I.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
I.3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	15
I.4. JUSTIFICACIÓN	16
I.5. HIPOTESIS	17
I.6. OBJETIVOS	18
I.5.1. OBJETIVO GENERAL	18
I.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
<b><u>II. MATERIAL Y MÉTODOS</u></b>	<b>19</b>
II.1. TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO	19
II.2. POBLACIÓN EN ESTUDIO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA	19
II.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN Y ELIMINACIÓN	19
II.4. DEFINICIÓN DE VARIABLES Y FORMAS DE MEDICIÓN	20
II.5. PROCEDIMIENTO	25
II.6. CRONOGRAMA	28
II.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	29
II.8. ASPECTOS DE ÉTICA Y BIOSEGURIDAD	29
II.9. RELEVANCIA Y EXPECTATIVAS	29
II.10. RECURSOS DISPONIBLES	29
<b><u>III. RESULTADOS</u></b>	<b>30</b>
<b><u>IV. DISCUSIÓN</u></b>	<b>42</b>
<b><u>V. CONCLUSIONES</u></b>	<b>45</b>
<b><u>VI. REFERENCIAS</u></b>	<b>46</b>
<b><u>VII. ANEXOS</u></b>	<b>52</b>

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios todo poderoso, por poner este buen deseo y gran anhelo por la nefrología y por darme las fuerzas para lograr mis metas.

A mis padres Casimiro Gálvez y María Alicia Cruz, por su apoyo incondicional, por la confianza que depositaron en mí, por sus consejos y su gran don de humildad que espero en Dios seguir ese ejemplo.

A mis hermanos y hermanas, especialmente a Rosa Mirna, cuyo soporte ha sido el cimiento fundamental para cada uno de mis proyectos y con su cariño y confianza me han alentado a ser una mujer de bien.

A mi familia por el apoyo incondicional y su absoluta fe en mis logros.

Al Doctor Valdez, quien de manera visionaria se dedicó en tiempo y esfuerzo a guiar mi búsqueda de conocimiento.

A la Doctora Pérez por su valiosa compañía y su asesoría en este proyecto.

A mi maestro el Dr. Adrián Rodríguez Matías por su enseñanza, paciencia y tolerancia.

Al Doctor Cortes por su incondicional disposición de ayudar a los demás y dar lo mejor de sí para el bienestar de otros.

Al Hospital General de México por ser mi casa durante estos 3 años y brindarme la oportunidad de cultivar mis sueños.

A los pacientes que, convertidos en fuente inconmensurable de conocimiento, me han enseñado tanto.

## ABREVIATURAS

HTA: Hipertensión Arterial

ERC: Enfermedad Renal Crónica

PA: Presión Arterial

TRR: Terapia de Reemplazo Renal

MAPA: monitorización ambulatoria de la presión arterial

ACT: Agua Corporal Total

BIA: bioimpedancia eléctrica

KDOQI: Guías de Iniciativa para la Calidad de los Resultados de las Enfermedades Renales

TonEBP: proteína que se une al elemento regulatorio que responde a tonicidad

VEGF: Factor de Crecimiento Endotelial Vascular

PRA: Actividad de la renina plasmática

SAOS: Apnea obstructiva del sueño

ADMA: Dimetilarginina asimétrica

BCM: Monitor de composición corporal

HVI: Hipertrofia ventricular izquierda

PTH: Paratohormona

FAVI: Fístula Arterio-Venosa

CV: Cardiovascular

PAM: Presión Arterial Media

mmHg: milímetros de mercurio

**mEq/L**: mili-equivalentes sobre litro

DE: Desviación estándar

## RESUMEN

**Introducción:** la principal causa de descontrol hipertensivo de los pacientes en hemodiálisis se debe a la sobrecarga de volumen, lo cual lleva a una alta variabilidad de los valores de presión arterial (PA) antes, durante y después de una sesión de hemodiálisis.

**Materiales y métodos:** se realizó un estudio transversal en 22 pacientes en hemodiálisis crónica; se realizó monitoreo ambulatorio de la presión arterial (MAPA) 24 horas previo a sesión de hemodiálisis y 24 horas posterior a sesión de hemodiálisis; para observar el comportamiento de la PA interdialítica se tomó el promedio de seis sesiones de hemodiálisis previas realizadas por la máquina de hemodiálisis las últimas tres semanas; se utilizó la impedancia bioeléctrica para valorar la composición corporal tanto pre diálisis como post-diálisis. **Resultados:** No existen diferencias significativa en cuanto al monitoreo de PA previo y pos-hemodiálisis, pero si una tendencia hacia una mayor elevación de la PA previo hemodiálisis; no existen diferencias significativas en cuanto a la PA intradialítica versus la interdialítica, pero hay una tendencia hacia la baja de la PA durante la hemodiálisis. La relación entre el agua extra celular (AEC) y agua corporal total fue de  $0.47 \pm 0.04$  previo hemodiálisis y  $0.44 \pm 0.06$  post-hemodiálisis. **Conclusiones:** En concordancia con los estudios publicados, encontramos un control de la PA de 27.3-54.5%; existe un mejor control de la PA diastólica independientemente del momento en que se tome, y una asociación entre la Sobrecarga de volumen y la PA.

## I. Marco de referencia y Antecedentes

### 1.1. Introducción.

A nivel mundial la hipertensión arterial sistémica (HTA) es la segunda causa de Enfermedad Renal Crónica (ERC) mientras que en pacientes en terapia de reemplazo renal (TRR) la hipertensión es común y a menudo inadecuadamente controlada [1,2].

La principal causa de descontrol hipertensivo en pacientes con terapia sustitutiva se debe a la sobrecarga de volumen, existiendo una alta variabilidad de la presión arterial (PA) antes, durante y después de una sesión de hemodiálisis, razón por la cual, es necesario un control estrecho de la PA durante el tratamiento dialítico [3]. Durante una sesión de hemodiálisis, a pesar de obtener frecuentes mediciones de la PA, la capacidad diagnóstica de los registros de presión arterial se ven limitada por lo cambios hemodinámicos que suceden durante la sesión de hemodiálisis (hipotensión, ultrafiltración, sobrecarga de volumen, pérdida de la elasticidad vascular, temperatura etc.). Es por esta razón que la monitorización ambulatoria de la presión arterial (MAPA) podría ser una herramienta de mayor utilidad diagnóstica en la evaluación de la presión arterial de los pacientes con ERC. La realización de un MAPA, proporcionaría una mejor guía en el registro de la PA, lo que permitiría una adecuación de la terapia antihipertensiva de estos pacientes. .

A pesar que el MAPA es el método ideal para el monitoreo de la presión arterial y es considerado el estándar de oro en pacientes con dificultad para hacer el diagnóstico de hipertensión, su uso no se ha estandarizado en pacientes con terapia sustitutiva y su aplicación se ve limitada por el costo que este potencialmente tiene [4]. Por otra parte, en pacientes en hemodiálisis es necesario explorar la composición corporal de los diferentes tejidos y del agua corporal total [5] (ACT) por medio de los estudios de bioimpedancia eléctrica (BIA), el cual es de utilidad para el ajuste del peso seco, así como evaluar el estado nutricional [6]. Por este motivo la realización de un MAPA en conjunto con los vectores de bioimpedancia eléctrica podrían ayudar a mejorar el control

de la presión arterial y con ello disminuir la morbimortalidad de pacientes con ERC.

### **1.2. Hipertensión arterial es común en pacientes con ERC.**

La enfermedad renal crónica, es el resultado de diversas enfermedades crónicas degenerativas, entre las que se destacan la diabetes mellitus (DM) y la HTA [7,8]. En México, la principal causa de defunción en pacientes que ya iniciaron algún tipo de TRR son las causas de origen cardiovascular [9].

La HTA es problema muy común en pacientes tanto en hemodiálisis como en diálisis peritoneal y a menudo inadecuadamente controlada, siendo el sodio y el exceso de volumen una de las principales causas del descontrol en esta población [1]. Se estima que la prevalencia de HTA en pacientes en prediálisis es del 95%, es decir que prácticamente todos los pacientes con ERC antes de iniciar la sesión de hemodiálisis se encuentran hipertensos [10]. El inicio de la terapia sustitutiva puede tener un impacto positivo en el control la hipertensión, debido a que la terapia sustitutiva representa una potente herramienta terapéutica para eliminar el exceso de líquidos y sodio [11].

En América Latina a excepción de los Estados Unidos, la información sobre la prevalencia de hipertensión de pacientes en diálisis es limitada [4]. En Estados Unidos se reporta una prevalencia de 72-88% y solo el 30-50% de la población logra un adecuado control de la PA, a pesar que la mayoría de los pacientes utilizan fármacos antihipertensivos [12].

### **1.3. Relación entre presión arterial, eventos cardiovasculares y muerte en pacientes en hemodiálisis.**

La relación entre PA, eventos cardiovasculares y mortalidad es un tema controvertido en pacientes en hemodiálisis [13,14]. Algunos estudios sugieren que la PA baja en la hemodiálisis se asocia con muerte prematura de origen principalmente no cardíaco, por ejemplo pacientes con ERC con sepsis o cáncer [15]. Observaciones recientes toman en cuenta la presión peri-hemodiálisis para describir la verdadera PA del paciente [16].



En un estudio realizado en los Estados Unidos, en el que incluyeron más de 44,000 pacientes en programa de hemodiálisis, encontraron que la presión de pulso post-hemodiálisis está asociada con una mayor mortalidad (un aumento de 10 mmHg de la presión de pulso incrementa hasta en un 12% el riesgo de mortalidad); mientras que en este mismo estudio la PA sistólica post-hemodiálisis, mostró tener una relación inversamente proporcional con el riesgo de muerte <sup>[17]</sup> . En otra cohorte de 11,142 pacientes en hemodiálisis, encontraron que una PA sistólica elevada post-hemodiálisis, una PA diastólica baja post-hemodiálisis y una PA sistólica baja pre-hemodiálisis están asociadas con una mayor mortalidad <sup>[18]</sup>. Un análisis del estudio DOPPS en el que incluyeron 24, 525 pacientes, encontraron un aumento de la mortalidad con PA sistólica baja (PA sistólica < 130 mmHg), concluyendo que un rango entre 130-159 mmHg al momento del inicio de la sesión de hemodiálisis, podría ser la PA óptima para estos pacientes, sin embargo, estos hallazgos contrastarían con los objetivos de la PA que recomiendan las guías de Iniciativa para la Calidad de los Resultados de las Enfermedades Renales (KDOQI) <sup>[19]</sup>.

En un estudio prospectivo en el que incluyeron 57 pacientes hipertensos en hemodiálisis, se les realizó un monitoreo de PA de 24 horas, con un periodo medio de seguimiento de  $34.4 \pm 20.4$  meses, encontrando un riesgo relativo (RR) de mortalidad de 1.85 por cada 10 mmHg de aumento de la PA <sup>[20]</sup>.

En un estudio prospectivo realizado en 326 pacientes en hemodiálisis, se midió la PA ambulatoria antes y después de una sesión de hemodiálisis durante dos semanas, posteriormente los pacientes fueron clínicamente evaluados hasta completar un seguimiento de 32 meses. Al final del mismo se documentaron 102 pacientes muertos (31%), asociando que la presión arterial sistólica (pero no la diastólica) era pronóstica de mortalidad; en donde, la mortalidad fue menor cuando la PA sistólica ambulatoria estuvo entre 110 a 120 mmHg; mientras que, la PA registrada antes y después de la hemodiálisis no fue estadísticamente significativa en la predicción de mortalidad . Por lo tanto, estos investigadores concluyeron que el manejo de la hipertensión entre estos pacientes, debe centrarse en registros de presión arterial fuera de la unidad de diálisis <sup>[20]</sup>.

#### 1.4. Fisiopatología de la hipertensión en hemodiálisis.

El aumento del gasto cardiaco, la resistencia vascular periférica o ambas dan como resultado una elevación sostenida de la PA de los pacientes en hemodiálisis [21].

En la ERC, la carga de sodio corporal y la expansión de volumen juegan un papel importante en la patogénesis de la hipertensión [12]. En pacientes en hemodiálisis, aun cuando la función renal residual esta preservada, la capacidad excretora de sodio y agua corporal está alterada [22]. La supresión inadecuada de la reabsorción tubular de sodio, aumenta aún más el volumen intravascular y con ello la hipertensión arterial [23,24]. Modelos murinos, demuestran que una dieta rica en sal conduce a fibrosis intersticial, acumulación de sodio en la piel, lo que resulta en un aumento de la densidad e hiperplasia de la red de los capilares linfáticos [25]. Los mecanismos subyacentes a estos efectos en los vasos linfáticos, implican la activación de la proteína que se une al elemento regulatorio que responde a tonicidad (TonEBP) en los macrófagos que infiltran el intersticio de la piel [5]. La activación de TonEBP causa la secreción del factor de crecimiento endotelial vascular ( VEGF) por los macrófagos [26]. La interrupción de la señalización de VEGF, aumenta la retención de volumen y eleva la presión arterial en respuesta a la dieta alta en sal [5]. Así mismo una dieta alta en sodio se ha demostrado que contribuye con la activación de la angiotensina II la que a su vez favorecerá mayor inflamación endotelial y fibrosis tubulointersticial [21]. Debido a la sobrecarga de sodio y líquidos, la PA aumenta constantemente en proporción a la ganancia de peso durante el intervalo interdialítico [4].

Otros mecanismos no mediados por volumen, tales como la activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona, la actividad de la renina plasmática (PRA) se encuentra aparentemente dentro de rangos normales en la mayoría de los pacientes, pero también, puede estar inadecuadamente elevada en relación con la cantidad de sodio total intercambiable y esto contribuir al desarrollo de HTA [27]. Lo anterior ha sido confirmado, por estudios clínicos que muestran un aumento significativo de la PRA y la aldosterona plasmática desde

la pre diálisis hasta la pos-diálisis, lo que sugiere que las nefronas remanentes son funcionales y mantienen su capacidad de detectar cambios agudos en el volumen intravascular y de sodio en respuesta a la ultrafiltración <sup>[27,28]</sup>. Inclusive hay estudios que han demostrado la relación entre PRA y la aldosterona el estado nutricional y la inflamación sistémica <sup>[29,30]</sup>.

Por otro lado, estudios han demostrado como la actividad persistente del sistema nervioso simpático, está relacionado con la falta de descenso de la PA nocturna <sup>[4]</sup>; en donde una deficiencia de la renalasa (una enzima producida por el riñón que metaboliza catecolaminas y sustancias similares a catecolaminas), favorece el incremento de la actividad de las catecolaminas <sup>[31,32]</sup>.

La apnea obstructiva del sueño (SAOS), es frecuente en los pacientes en hemodiálisis, se ha demostrado que los pacientes con SAOS y ERC que presentan una sobrecarga de volumen, éste es un factor que incrementa los episodios de apnea y los riesgos que esto implica. La hipoxemia nocturna en el SAOS, se ha asociado con un patrón invertido del ciclo circadiano, lo que desencadenará el incremento en el riesgo de hipertensión nocturna <sup>[33]</sup>. En un estudio realizado en 32 pacientes en hemodiálisis y con apnea del sueño se demostró un mayor espesor de la pared del ventrículo izquierdo en comparación con aquellos pacientes que no tenían apnea del sueño <sup>[34]</sup>. Esto se confirmó con otro estudio realizado recientemente en pacientes en hemodiálisis con SAOS, en quienes se documentó que el índice de apnea-hipopnea mejora significativamente posterior a una reducción concomitante de la sobrecarga de volumen <sup>[35]</sup>.

En otros eventos fisiopatológicos, se encuentran las alteraciones estructurales de la pared arterial, relacionados con el proceso arteriosclerótico a largo plazo. Esto último favorecido por las alteraciones del metabolismo de calcio-fosforo lo que se ha visto asociada con el riesgo en el desarrollo de HTA <sup>[36]</sup>. Los elevados niveles circulantes de dimetilarginina asimétrica (ADMA) lleva a una disminución del óxido nítrico sintasa cuyo resultado final será la disfunción endotelial e HTA <sup>[37,38]</sup>.

El uso de medicamentos como agentes estimulantes de la eritropoyesis, también desempeñan un papel importante en la compleja patogénesis de la hipertensión en esta población <sup>[39]</sup>. La hipertensión inducida por el uso de eritropoyetina recombinante, depende de factores tales como el aumento de la endotelina 1 circulante y su respuesta vasoconstrictora, el incremento de la sensibilidad al efecto vasopresor de la angiotensina II, el aumento de la viscosidad sanguínea y el incremento de la sensibilidad vascular a los estímulos noradrenergicos <sup>[40,41,42,43]</sup>. Una mayor dosis de eritropoyetina, los niveles superiores del objetivo de hemoglobina y la vía de administración (intravenosa menor que la vía subcutánea), se han asociado con una mayor respuesta de la PA <sup>[44,45]</sup>.

### 1.5. Diagnóstico de hipertensión en hemodiálisis

Establecer un punto de corte para definir HTA en los pacientes en hemodiálisis y el momento en que se toma la PA, ha sido motivo de múltiples discusiones y pocos consensos. Con el objetivo de establecer un valor ideal para el adecuado control de la HTA de los pacientes en hemodiálisis, en el año de 1995 *Salen y cols.*, estudiaron a 649 pacientes y definieron HTA como una PA sistólica mayor o igual a 114 mmHg o bien en todo paciente en hemodiálisis que se encontrará utilizando fármacos antihipertensivos, con esta definición, ellos documentaron una prevalencia de HTA de 71.9%, de los cuales, únicamente el 48.6% se encontraban con cifras dentro de parámetros considerados de control <sup>[46]</sup>. En 1999 *Rahman y cols.*, realizaron un estudio similar en 489 pacientes, sin embargo, ellos definieron HTA, el registro de una PA sistólica pre-hemodiálisis mayor o igual a 140 mmHg y una PA diastólica mayor o igual a 90 mmHg. Con estos datos, ellos encontraron una prevalencia de 87% y un adecuado control de la PA en el 71% de la población <sup>[47]</sup>. Datos similares fueron reportados en 2003 por *Agarwal y cols.*; quienes estudiaron a 2535 pacientes, definiendo HTAS una PA sistólica  $\geq 150$  mmHg y una PA diastólica  $\geq 85$  mmHg o el uso de antihipertensivos (1). En 2011 en otro estudio *Agarwal y cols.*, analizaron a 369 pacientes, a quienes se les realizó un MAPA de 44 horas y definiendo HTA una PA sistólica y una PA diastólica  $\geq 135/85$

mmHg respectivamente, con esto ellos encontraron una prevalencia de HTA de 82% y con un adecuado control de PA en el 38% de los pacientes <sup>[48]</sup>.

Con base en todo lo anterior, se puede inferir que existe una gran variabilidad para definir HTA en hemodiálisis. Recientemente, en el año 2017 se realizó un consenso por expertos quienes concluyeron definir HTA una PA sistólica y diastólica  $\geq 135/85$  mmHg respectivamente, cifras que deberán de haber sido registradas en las mañana, en el domicilio del paciente y por la tarde en los días que no acuden a hemodiálisis durante al menos un periodo de dos semanas <sup>[4]</sup>. Sin embargo, ellos recomiendan la necesidad de realizar estudios epidemiológicos con un mayor número de pacientes para validar los dispositivos de registros de presión intradiálisis, para conocer la reproducibilidad de los equipo ambulatorios para registro de presión arterial, el uso de monitorización ambulatoria de la presión arterial y ensayos clínicos controlados que muestren adecuados puntos de presión arterial para reducir la morbimortalidad cardiovascular en esta población <sup>[4]</sup>.

## **1.6 Tratamiento de la hipertensión de los pacientes en diálisis**

Debido a que la sobrecarga de líquidos y sodio son el mecanismo patogénico primario para el descontrol hipertensivo en esta población, las medidas no farmacológicas son el pilar fundamental para el tratamiento de la HTA para evitar la carga interdialítica de sodio <sup>[12]</sup>. Además de lo comentado previamente, el panel de expertos sugiere las siguientes medidas para el control de la PA de pacientes en diálisis: lograr el peso seco en cada paciente, restricción de la ingesta de sodio a menos de 1.5 gramos de sodio o 4 gramos de cloruro de sodio al día, en algunos pacientes disminuir el sodio en dializado, evitar fármacos que contengan sodio o que intercambien sodio, evitar una diálisis corta (es decir menos de 4 horas) <sup>[4]</sup>.

### **1.6.1 Peso seco en hemodiálisis**

Definir el peso seco de los pacientes en hemodiálisis crónica es proceso difícil solo por la exploración clínica. La mayoría de las unidades de diálisis han adoptado un método tradicional de ensayo y error para determinar el peso seco, esto es, se considera peso seco al punto clínico durante la hemodiálisis

en el cual la reducción en PA es considerada por el médico como “demasiado baja” después de que se ha ultrafiltrado un volumen específico de agua corporal <sup>[4]</sup>. Sin embargo, este método se basa en el juicio clínico y está plagado de riesgos en la que se puede tener una extracción excesiva de líquidos y finalmente a una hipotensión intradialítica <sup>[4]</sup>. *Sinha y Argarwal* definieron el peso seco, como el peso más bajo tolerado por el paciente y alcanzado mediante una reducción gradual del peso corporal post-diálisis y en el cual, los pacientes experimentan mínimos signos o síntomas de hipovolemia o hipervolemia <sup>[49]</sup>. Sin embargo, lamentablemente, hasta ahora no existen signos clínicos confiables que indiquen que un paciente ha alcanzado el peso seco ideal; por ejemplo, el grado de edema pedal, que frecuentemente se utiliza en la exploración física, no se ha asociado con los índices objetivos que reflejan el volumen intravascular tales como el diámetro de la vena cava inferior <sup>[50]</sup>. Recientes ensayos clínicos controlados aleatorizados, abogan por el uso de espectroscopía de bioimpedancia para determinar la composición del estado de agua corporal en pacientes con hemodiálisis crónica <sup>[6,51]</sup>. El volumen de compartimientos en el que se distribuye el agua corporal, se puede determinar utilizando un monitor de composición corporal (BCM), el cual ha sido validado para su aplicación en pacientes en hemodiálisis <sup>[51]</sup>. Los pacientes con “sobrecarga de líquidos subclínicos” pueden identificarse utilizando un BCM que a menudo se omite cuando se usan métodos clínicos tradicionales para determinar el peso seco <sup>[4]</sup>. Estos equipos de mayor precisión que la evaluación clínica subjetiva, son hoy en día una herramienta de evaluación confiable para definir el agua corporal de los pacientes en hemodiálisis.

Estudios clínicos han correlacionado los valores de agua corporal total con las cifras de presión arterial sistémica en pacientes en hemodiálisis, en donde a mayor presión arterial se observa una mayor cantidad de agua corporal total <sup>[52]</sup>.

## 1.8 Tratamiento no farmacológico

Conociendo que la ganancia de sodio interdialítica y la sobrecarga de volumen son los mecanismos principales que explican la patogénesis de la HTA de los pacientes en hemodiálisis, por lo tanto, muchos expertos recomiendan la restricción de sodio en la dieta para limitar el sentido de la sed, reducir la ganancia de peso interdiálisis, facilitar el logro del peso seco y mejorar el control de la PA <sup>[52]</sup>. Estudios observacionales sugieren que la restricción dietética de sodio, para alcanzar un peso seco, se asocia con mejor control de la PA, hipertrofia ventricular izquierda (HVI), así como un menor número de episodios de hipotensión intradialítica en contraste con el tratamiento antihipertensivo <sup>[53,54]</sup>.

## **I.2. Planteamiento del problema**

La ERC avanzada representa un problema de salud pública, las principales causas de muerte son las de origen cardiovascular. El 88% de los pacientes en hemodiálisis son hipertensos, pero solo la minoría alcanza un adecuado control de la presión arterial, pese al uso de fármacos antihipertensivos. La patogénesis es multifactorial, sin embargo, estudios demuestran que la principal causa de descontrol hipertensivo es la sobrecarga de volumen. En la práctica clínica, la sobrecarga de líquidos es subdiagnosticada, ya que existen casos de sobrecarga de volumen, en la que solo es posible diagnosticarlo por equipos de impedancia bioeléctrica.

Por otro lado, aún existe controversia con relación al punto de corte para diagnosticar hipertensión en hemodiálisis. En la mayoría de estos pacientes, la presión arterial que se toma en cuenta para el ajuste de los antihipertensivos, son las presiones que se obtienen de los equipos integrados a las máquinas hemodiálisis, sin embargo, por los cambios hemodinámicos que se presentan durante una sesión de hemodiálisis, estas tomas podrían llevarnos a un potencial sobreestimación o infraestimación de la PA. Es por ello que la definición de hipertensión e incluso los equipos con los cuales se toman las presiones arteriales aún no se han validado completamente y no existe un conceso adecuado que nos permita hacer recomendaciones estandarizadas.

## **I.3. Pregunta de investigación**

¿Cuál es la utilidad clínica de la monitorización ambulatoria de la presión arterial y de la evaluación del agua corporal en pacientes en el registro adecuado de la presión arterial en pacientes en hemodiálisis?



#### **I.4. Justificación**

El monitoreo ambulatorio de la presión arterial es una herramienta ampliamente utilizada en pacientes con hipertensión arterial de difícil diagnóstico y control. Sin embargo su aplicación en pacientes con enfermedad renal aún no se ha validado. En este contexto, la monitorización continua ambulatoria de la presión arterial, podría ser una herramienta que nos refleje de una manera más precisa las cifras de presión arterial y con ello no solo definir adecuadamente a los pacientes hipertensos, si no que tal vez nos permita realizar un ajuste más adecuado de los fármacos antihipertensivos.

Por otro lado, la sobrecarga de líquidos es un factor de riesgo relevante para el descontrol hipertensivo en pacientes con ERC en hemodiálisis, siendo necesario el monitoreo del agua corporal total y del líquido extracelular por medio de bioimpedancia eléctrica en esta población.

### **I.5. Hipótesis**

Sí, el monitoreo ambulatorio de la presión arterial y los vectores de impedancia bioeléctrica registran adecuadamente las cifras de presión arterial y sobrecarga de volumen en pacientes en hemodiálisis, entonces, el MAPA y los vectores de impedancia bioeléctrica identificará en un 10% mayor el diagnóstico de hipertensión arterial asociada a sobrecarga de volumen de pacientes en hemodiálisis, en contraste con, los registros que se obtienen de la máquina de hemodiálisis y las evaluaciones clínicas subjetivas,

## **I.6. Objetivos**

### **I.6.1. General**

Comparar las variaciones de la presión arterial continua ambulatoria con la presión arterial intradialítica y su asociación con la sobrecarga de volumen evaluada por impedancia bioeléctrica en pacientes en hemodiálisis.

### **I.6.2. Específicos**

- 1) Identificar la prevalencia de HTA en pacientes en hemodiálisis crónica
- 2) Describir las características clínicas, bioquímicas, nutricionales de la población.
- 3) Comparar las variables clínicas, bioquímicas y nutricionales de la población en estudio
- 4) Comparar la asociación entre agua corporal total y presión arterial previo hemodiálisis y al finalizar la misma
- 5) Comparar la asociación entre agua extracelular y la presión arterial previo hemodiálisis y al finalizar.
- 6) Describir la composición corporal y su asociación con variables clínicas y bioquímicas de cada paciente.
- 7) Evaluar la resistencia y su asociación con las variables clínicas y bioquímicas
- 8) Evaluar la reactancia y su asociación con las variables clínicas y bioquímicas

## **II. Materiales y métodos**

### **II.1. Tipo de diseño de estudio**

Estudio transversal analítico, en el que se incluyeron 22 pacientes con diagnóstico de ERC en hemodiálisis con un seguimiento mayor a 3 meses.

### **II.2. POBLACIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA**

#### **II.2.1 Criterios de selección**

Pacientes con diagnóstico de HTA e ERC estadio 5 de la clasificación KDIGO que se encuentren en programa de hemodiálisis, con un tiempo mayor o igual a 3 meses, del Hospital General de México “Eduardo Liceaga O.D.”.

#### **II.2.2 Criterios de inclusión**

- a) Pacientes mayores de 18 años de edad
- b) Pacientes con IRC en TRR con hemodiálisis crónica,
- c) Hipertensión arterial definida como mayor a 135/85 mmHg.

#### **II.2.3 Criterios de exclusión**

- a) Diagnóstico reciente de enfermedad cardiovascular
- b) Trastornos cognitivos
- c) Comorbilidades graves (neoplasia maligna, insuficiencia hepática e insuficiencia respiratoria.)
- d) Pacientes con seguimiento menor a 3 meses.
- e) Pacientes embarazadas.
- f) Pacientes mayores a 65 años.
- g) Pacientes que no acepten participar en el estudio.
- h) Pacientes que no firmen consentimiento informado.

#### **II.2.4. Criterios de eliminación**

- a) Pacientes que revoquen consentimiento informado

### II.3 Definición de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	INDICADOR
Edad.	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Se estableció su medición en años, en base a la edad al momento del inicio de selección de pacientes	Cualitativa, discreta.	Años.	Se consideró edad igual o mayor a 18 años
Género.	Conjunto de personas o cosas que tienen características generales comunes.	Se estableció en base a la exploración física.	Cualitativa, dicotómica.	Hombre, mujer.	Porcentaje de la población en 2 categorías género (hombre y mujer).
Presión Arterial Ambulatoria	Es la presión que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias a medida que el corazón bombea sangre a su cuerpo	Se estableció en base a toma con esfigmomanómetro.	Cualitativa continua	mmHg	Se consideró hipertenso aquel cuyos valores fueron superiores a 125/85 con uso de antihipertensivos.
Creatinina sérica	La creatinina es un compuesto orgánico generado a partir de la degradación de la creatina, que es un nutriente útil para los músculos. La medición de la creatinina es el	Se tomó al inicio de la selección	Cuantitativa continua.	mg/dl.	Frecuencia, porcentaje, promedio en relación a los diferentes grupos de

	modo más simple de monitorizar la función de los riñones.				subanálisis.
Urea sérica	Es el resultado final del metabolismo de las proteínas. Se forma en el hígado a partir de la destrucción de las proteínas.	Se tomó al inicio de la selección	Cuantitativa continua.	mg/dl.	Frecuencia, porcentaje, promedio en relación a los diferentes grupos de subanálisis.
Sodio sérico	Es el ión positivo que se encuentra principalmente, fuera de las células, en los fluidos extracelulares del cuerpo humano. Tiene una función muy determinante en la osmolaridad.	Se tomó al inicio de la selección	Cuantitativa continua.	mg/dl	Frecuencia, porcentaje, promedio en relación a los diferentes grupos de subanálisis
Cloro sérico	Es el anión más abundante en el líquido extracelular. Tiene la capacidad de entrar y salir de las células junto con el sodio y el potasio o combinado con otros cationes mayores como el calcio. Su carga negativa le permite asociarse habitualmente al sodio y que así sea el co-responsable de mantener la osmolalidad sérica y el balance	Se tomó al inicio de la selección	Cuantitativa continua.	mg/dl	Frecuencia, porcentaje, promedio en relación a los diferentes grupos de subanálisis

	hídrico.				
Potasio sérico	Es el ión positivo que se encuentra principalmente dentro de las células del cuerpo humano. La concentración en las células es 30 veces superior al espacio extracelular y sirve para mantener la carga eléctrica de la membrana celular.	Se tomó al inicio de la selección	Cuantitativa continua.	mg/dl	Frecuencia, porcentaje, promedio en relación a los diferentes grupos de subanálisis
Ácido úrico	Es un químico que se crea cuando el cuerpo descompone las purinas. La mayor parte se disuelve en la sangre y viaja a los riñones. Desde ahí sale a través de la orina	. Se tomó al inicio de la selección	Cuantitativa continua.	mg/dl	Frecuencia, porcentaje, promedio en relación a los diferentes grupos de subanálisis
Albúmina	La albúmina es una proteína que se encuentra en gran proporción en el plasma sanguíneo, siendo la principal proteína de la sangre, una de las más abundantes en el ser	Se tomó al inicio de la selección	Cuantitativa, continua.	gr/dl.	Frecuencia, porcentaje, promedio en relación a las diferentes grupos de subanálisis

Peso	La masa o cantidad de peso de un individuo. Se expresa en unidades de libras o kilogramos	Peso en Kilogramos del paciente. La medición se realizó sin zapatos ni prendas pesadas, antes y después de la hemodiálisis.	Cuantitativa continua	Kilogramos	Media $\pm$ ds
Talla	La distancia perpendicular entre los planos transversales del punto del Vertex y el inferior de los pies.	Se midió con el sujeto de pie, con los talones, glúteos y la parte superior de la espalda en contacto con la escala, con la cabeza en plano de frankfort.	Cuantitativa continua	Centímetros	Media $\pm$ ds
Índice de masa corporal (IMC $\text{kg}/\text{m}^2$ )	Describe el peso relativo para la estatura y está correlacionado de modo significativo con el contenido total de grasa del individuo.	Se obtuvo a través de la medición del peso y la talla con la siguiente fórmula:  IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ): peso en kilogramos/talla en $\text{m}^2$	Cuantitativa continua	$\text{kg}/\text{m}^2$	Media $\pm$ ds



<p>Masa Grasa (MG)</p>	<p>Oposición de un fluido a una corriente alterna, en este caso a través de las soluciones intra y extracelulares. Es inversamente proporcional al contenido de líquidos y electrolitos del cuerpo humano.</p>	<p>Se analizaron las propiedades eléctricas del cuerpo a mono frecuencia (50 kHz) y se tomó el valor de resistencia que arrojó el equipo RJL</p>	<p>Cuantitativa continua</p>		<p>Media <math>\pm</math> ds</p>
<p>Reactancia</p>	<p>Fuerza que se opone al paso de una corriente a causa de un conductor, dado también en este vaso por la polaridad de las membranas celulares. Mide la conductividad de las membranas celulares</p>	<p>Se analizaron las propiedades eléctricas del cuerpo a mono frecuencia (50 kHz) y se tomó el valor de reactancia que arrojó el equipo RJL</p>	<p>Cuantitativa continua</p>		<p>Media <math>\pm</math> ds</p>
<p>Ángulo de fase</p>	<p>Arco tangente entre la resistencia y la reactancia en un circuito en serie o paralelo</p>	<p>Se analizaron las propiedades eléctricas del cuerpo a mono frecuencia (50 kHz) y se tomó el valor de ángulo de fase que arrojó el equipo RJL</p>	<p>Cuantitativa continua</p>		<p>Media <math>\pm</math> ds</p>

## **II.4. Intervenciones**

Pacientes que al menos contaran con 3 meses o más en el programa de hemodiálisis de nuestro hospital y cumplieron los criterios de inclusión se les realizó las diferentes mediciones de PA y estudios de laboratorio, que se detallan a continuación. La asignación de los pacientes se realizó de manera aleatoria.

### **II.4.1 Lugar de trabajo**

La revisión de expedientes así como citas con pacientes para toma de muestra se realizó en el servicio de Nefrología del Hospital General de México “Eduardo Liceaga”

### **II.4.2 Obtención de datos demográficos**

Previa firma de consentimiento informado se realizó una historia clínica donde se recabaron datos de cada paciente, además se citaron a los pacientes para toma de presión arterial, valoración nutricional, así como de muestras de sangre para electrolitos séricos (sodio, cloro y potasio), creatinina sérica, urea sérica, ácido úrico, albumina sérica, glucosa, colesterol, triglicérido, biometría hemática, parathormona (PTH), hierro, cinética de hierro.

### **II.4.3. Descripción de la técnica de recolección y procesamiento de las muestras**

A los pacientes incluidos dentro del estudio, se les tomó muestras de sangre para análisis electrolitos séricos (sodio, cloro, magnesio, fosforo, calcio y potasio), creatinina sérica, urea sérica, ácido úrico, albumina sérica, glucosa, colesterol, triglicéridos, biometría hemática, PTH, ferritina, transferrina, hierro y cinética de hierro. Una vez finalizada la recolección de muestras, se llevaron al laboratorio central.

#### II.4.4. Mediciones de la PA intradialisis

**Método 1.** PA pre-diálisis: Se promedió tanto la PA sistólica y diastólica por separado, obtenida de las mediciones automáticas de las máquinas de hemodiálisis antes de iniciar la sesión de hemodiálisis de 6 tratamientos previos.

**Método 2.** PA post-diálisis: Se promedió el último registro tanto la PA sistólica y diastólica por separado, obtenida de las mediciones automáticas de las máquinas de hemodiálisis de 6 tratamientos previos.

**Método 3.** PA intradialisis: Se promedió la PA sistólica de un único tratamiento de hemodiálisis, posteriormente estos promedios de cada sesión de hemodiálisis, se promediaron en 6 tratamientos de hemodiálisis para obtener la PA sistólica única intradialítica. Los promedios de la PA diastólica fueron calculados de forma análoga.

**Método 4.** Presión Arterial Media: se obtuvo de sumar 2 veces la presión arterial diastólica, una vez la PA sistólica y dividirla entre tres. Se realizó tanto en la PA promedio pre-diálisis, post-diálisis e interdialisis.

#### II.4.5. Monitoreo ambulatorio continuo de la PA

Se realizó monitoreo de PA ambulatoria mediante un dispositivo modelo ABPM50, se conectó el brazalete para adultos en el brazo izquierdo en aquellos pacientes que no portaban fistula arterio-venosa (FAVI) y en brazo derecho en los que tenían FAVI, se programó para realizar mediciones automáticas cada 20 minutos de 6:00 am a 10 pm y cada 30 minutos de 10 pm a 6 am. Los sujetos fueron instruidos a usar el manguito y monitor durante todo el período interdialisis, excepto para bañarse (los sujetos retiraron el brazalete inmediatamente después de una medición y lo reemplazaron dentro del intervalo de medición).

Este monitoreo de constantes vitales se realiza el día de la hemodiálisis, se conecta el equipo 30 minutos antes de iniciar la sesión y se retira al cumplir las 24 horas, una segunda medición se obtiene un día previo a su siguiente sesión de hemodiálisis.

#### **II.4.6. Toma de laboratorios**

Se realizó una medición de los parámetros bioquímicos. En cada visita semanal se realizó el recordatorio de 24 horas de su dieta.

#### **II.4.7. Impedancia bioeléctrica**

Se realizó medición de agua corporal total, agua extracelular, resistencia, reactancia, ángulo fase y la composición corporal antes y después de una sesión de hemodiálisis, mediante vectores de bioimpedancia. Equipo marca seca mBCA 514. Se instruía al paciente para que se retirara todas las prendas metálicas, se mide el perímetro abdominal, luego con pies descalzos se subía a una báscula digital, cuyos datos eran transportados al software del equipo, posteriormente el paciente pasa al equipo que realiza las respectivas medidas de peso, ACT, AEC, resistencia, reactancia y ángulo de fase, así como orientación nutricional, al finalizar la toma del estudio, se guardaban los registros y se imprimía el reporte, este procedimiento se realizaba antes de iniciarla sesión de hemodiálisis y al finalizar.

## II.5. Cronograma de actividades

	Noviembre – Diciembre 2016	Enero 2017	Febrero 2017	Marzo 2017	Marzo 2017.	Abril 2017.	Mayo 2017.	Junio 2017.
Revisión de literatura.								
Elaboración de protocolo.								
Autorización por comité de ética e investigación del Hospital General de México "Eduardo Liceaga O.D."								
Invitación y obtención de consentimiento informado.								
Lista de cotejo de criterios de inclusión y exclusión.								
Obtención de datos.								
Análisis de resultados.								
Elaboración de manuscrito final.								

## **II.6. Análisis estadístico**

Se realizó una base de datos en Excel, la cual fue previamente validada, para la identificación de valores plausibles, posteriormente la información se exportó al programa estadístico SPSS v.22

Se realizó estadística paramétrica y no paramétrica dependiendo de la distribución de variables. Se aplicó promedio y desviación estándar para variables continuas, con prueba de t de Student, y prueba de  $X^2$  para variables nominales, considerando un valor de  $p < 0.05$ , con IC 95% como estadísticamente significativa.

## **II.7. Aspectos éticos y de bioseguridad**

El estudio se consideró como un riesgo mayor al mínimo para el paciente, ya que se sometió a toma de muestras de sangre; no se presentaron eventos adversos relacionados con la toma de muestras.

## **II.8. Relevancia y expectativas**

Existe una gran variabilidad para definir hipertensión en hemodiálisis y los dispositivos para el registro de la PA durante la diálisis no están validados, siendo necesario el registro de PA interdialisis. La utilización del MAPA de 48 horas en días sin hemodiálisis podría ayudar a establecer recomendaciones en el momento de la toma, así como establecer puntos de corte para definir hipertensión arterial en este tipo de población y con esto disminuir la morbimortalidad secundario al descontrol hipertensivo. Además la estimación del ACT y AEC por medio de vectores de bioimpedancia, ayudara a una mejor estimación del peso seco, lo cual a su vez llevara a un mejor control de la PA.

## **II.9. Recursos disponibles**

Los datos de parámetros paraclínicos previos se tomarán de los expedientes de los pacientes incluidos en el protocolo de estudio.

### III. Resultados

Se realizó un estudio transversal en pacientes con diagnóstico de ERC en programa de hemodiálisis en el Hospital General de México durante el periodo comprendido del 1 de Mayo al 7 de julio de 2017.

Con un total de 22 individuos, de los cuales 13 eran mujeres y 9 hombres (59.1 y 40.9 % respectivamente). **Tabla 1.**

#### III.1. Características clínicas y bioquímicas basales generales

Se analizaron 22 pacientes los cuales 13 fueron mujeres (59.1 %) y 9 hombres (40.9 %). El promedio de edad para la población fue de  $38.14 \pm 13.1$  años. El 100% de la población tenía diagnóstico de hipertensión arterial sistémica, el 22.7% DM y 13.6% enfermedades autoinmunes. La mayoría de los pacientes utilizaba antihipertensivos tipo calcio antagonistas 16 (72.7%), seguido de diuréticos de asa 5 (22.7%), IECA 4 (18.2%), alfa bloqueadores 3 (13.6%); antagonistas del receptor de angiotensina 7 (31.8%); diuréticos tipo tiazida 1 (4.5%); y beta bloqueadores 5 (22.7%); del total de pacientes, 2 no utilizaban ningún antihipertensivo; el número máximo de antihipertensivos fueron  $1.81 \pm 1.09$ . Del total de la población solamente 12 pacientes tenían un buen apego al tratamiento (54.5%); con una ganancia de peso interdiálisis de  $3.2 \pm 2.1$  kilogramos. La dosis de Eritropoyetina utilizada a la semana fue la siguiente: 6 pacientes (27.3 %) 4000 UI; 6 pacientes (27.3 %) 8000 UI y 10 pacientes (45.4%). La uresis residual fue de  $277.27 \pm 450.32$  mililitros. No se encontraron diferencias significativas en cuanto al valor sérico de los estudios solicitados como colesterol, triglicéridos, albúmina, glucosa, ácido úrico, hemoglobina, hierro, PTH, urea, creatinina y electrolito séricos. **Tabla 1 y 2.**

**Tabla 1. Características basales de la población estudio**

<b>Variables</b>	<b>N= 22</b>
<b>Edad (X ±DE)</b>	38.14 ± 13.1
<b>Genero (%)</b>	
Hombre	9 (40.9)
Mujer	13 (59.1)
<b>IMC (X̄±DE)</b>	22.78 (3.25)
<b>Estado civil (%)</b>	
Soltero	14 (63.6)
Casado	7 (31.2)
Divorciado	1 (4.5)
<b>Ocupación (%)</b>	
Desempleado	9 (41)
Empleado	13 (59)
<b>Escolaridad (%)</b>	
Primaria	7 (31.8)
Secundaria	8 (36.4)
Preparatoria	6 (27.3)
Licenciatura	1 (4.5)
<b>Comorbilidades (%)</b>	
Diabetes mellitus	5 (22.7)
Hipertensión arterial	22 (100)
Enfermedades autoinmunes	3 (13.6)
<b>Medicamentos anti hipertensivos (%)</b>	
Calcio antagonistas	16 (72.7)
Inhibidor de enzima convertidora de angiotensibna	
Alfa bloqueadores	4 (18.2)
Antagonista del receptor de angiotensina	3 (13.6)
Tiazidas	7 (31.8)
Diuréticos de asa	1 (4.5)
Beta bloqueadores	5 (22.7)
	5 (22.7)
<b>Ganancia de peso interdiálisis (X̄±DE)</b>	3.2 ± 2.1
<b>Numero de antihipertensivos (X̄±DE)</b>	1.81 ± 1.09
<b>Apego a tratamiento (%)</b>	10 (45%)
<b>Dosis EPO (%)</b>	
4000 UI/semana	6(27.3)
8000 UI/semana	6 (27.3)
16000 UI/semana	10 (45.4)
<b>Uresis residual</b>	277.27± 450.32



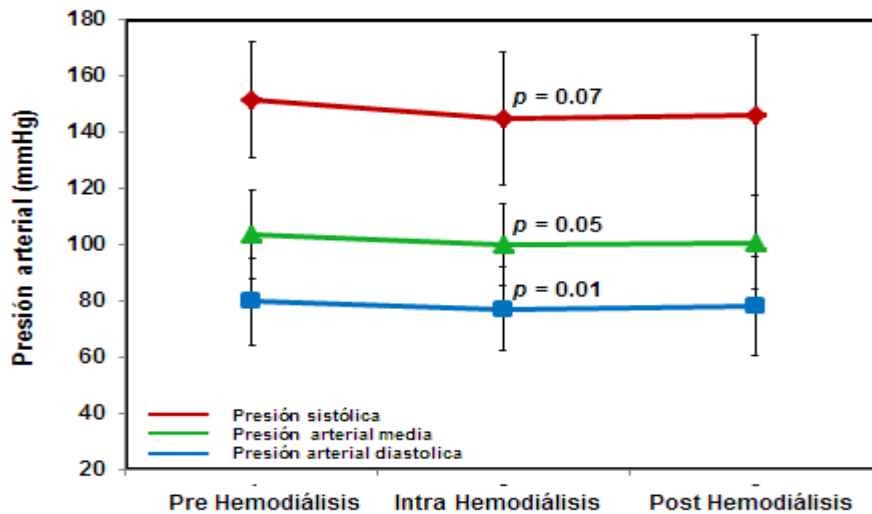
**Tabla 2 Laboratorio basales de la población estudio**

Variables	N= 22
<b>Laboratorios (<math>\bar{X} \pm DE</math>)</b>	
Sodio (mEq/L)	137.59 $\pm$ 2.9
Potasio(mEq/L)	5.6 $\pm$ 0.75
Cloro(mEq/L)	100.14 $\pm$ 3.4
Magnesio (mEq/L)	2.58 $\pm$ 0.36
Fosforo (mEq/L)	6.4 $\pm$ 1.6
Calcio (mg/dL)	8.5 $\pm$ 1.08
Urea (mg/dL)	<b>174.3 <math>\pm</math> 54.39</b>
Creatinina (mg/dL)	12.99 $\pm$ 3.4
Glucosa (mg/dL)	<b>94.7 <math>\pm</math> 23.2</b>
Colesterol (mg/dL)	134.3 $\pm$ 36
Triglicéridos (mg/dL)	124.8 $\pm$ 63.6
Albúmina (mg/dL)	3.55 $\pm$ 0.33
Ácido úrico (mg/dL)	6.98 $\pm$ 1.89
Hemoglobina (gr/L)	10.2 $\pm$ 1.92
Hierro (mg/dL)	72.1 $\pm$ 37.2
PTH intacta (ng/L)	<b>878 <math>\pm</math> 729.4</b>

**Tabla 3. Parámetros de hemodiálisis**

<b>Variables</b>	<b>N=22</b>
<b>Tiempo en HD (%)</b>	
< a 1 año	4 (18.2)
1-3 años	7 (31.8)
3-5 años	7 (31.8)
> a 5 años	4 (18.2)
<b>Tipo de acceso vascular (%)</b>	
Fistula arteriovenosa	12 (54.5)
Permacath	2 (9.1)
Temporal	8 (36.4)
<b>Flujos sanguíneos, QS (<math>\bar{X} \pm DE</math>)</b>	
300 ml/min	1 (4.5)
350 ml/min	20 (90.9)
450 ml/min	1 (4.5)
<b>Flujo de dializado, QD (<math>\bar{X} \pm DE</math>)</b>	
500 ml/min	20 (90.9)
800 ml/min	2 (9.1)
<b>Sodio en flujo de dializado (%)</b>	
136 mEq/L	1 (4.5)
137 mEq/L	14 (63.6)
138 mEq/L	7 (31.8)
<b>Potasio en flujo de dializado (%)</b>	
Base 2 mEq/L	22 (100)
<b>Bicarbonato en flujo de dializado (%)</b>	
35mEq/L	22 (100)
<b>Perfil ultrafiltrado (%)</b>	
0	19 (86.4)
1	3 (13.6)
<b>Ultrafiltración (<math>\bar{X} \pm DE</math>)</b>	2.5 $\pm$ 1.01
<b>Anticoagulación (%)</b>	
Ninguna	1 (4.5)
Heparina	21 (95.5)
<b>Tipo de hemofiltro</b>	
Optiflux F180 nr	22 (100)

HD: Hemodiálisis; QD: Flujo del dializado; QS: Flujo Sanguíneo



**Figura 1** Análisis comparativo del comportamiento de la PA reportado por el software de la máquina de hemodiálisis: inmediatamente antes de iniciar la sesión de hemodiálisis, durante la sesión de hemodiálisis y al finalizar la misma. La línea roja continua representa la PA sistólica en los registros, la línea verde representa la PA media y la línea azul representa la PA diastólica. **Previo hemodiálisis:** se reporta una PA sistólica promedio de  $151.8 \pm 20.64$ , PA diastólica de  $79.86 \pm 15.7$  y una PAM de  $103.8 \pm 15.4$ . **Intra hemodiálisis:** la PA sistólica es de  $144.9 \pm 23.7$ , PA diastólica de  $77.18 \pm 14.5$  y PAM de  $99.7 \pm 15.0$ . **Post hemodiálisis** se reporta una PA sistólica de  $146.1 \pm 28.3$ , PA diastólica de  $78.2 \pm 16.8$  y una PAM de  $100.8 \pm 17.6$

### III.2. Parámetros de la hemodiálisis

El 100% de la población se dializaba 360 minutos a la semana, 4 pacientes (18.2%) habían iniciado TRR menos a un año; de 1-3 años 7 pacientes (31.8%); 3-5 años 7 pacientes (31.8%) y mayor a 5 años 4 pacientes (18.2%). La mayoría de la población en estudio portaba FAVI 12 pacientes (54.5%), permacath 2 pacientes (9.1%) y 8 pacientes (36.4%) catéter temporal. La mayor parte de la población tenía un flujo de dializado de 500 ml/min, 20 pacientes (90.9%) y 2 pacientes (9.1%) un flujo de dializado de 800 ml/min. El sodio en el flujo del dializado fue de 136: 1, 137:14 y 138:7 (4.5%, 63.6% y 31.8% respectivamente). Todos los pacientes se dializaron con base 2 de potasio y bicarbonato en el flujo del dializado de 35 mEq/L.

En la mayoría de los pacientes no se utilizó perfil de ultra filtración (19: 86.4%); 3 pacientes (13.6%) fueron dializados con perfil 1 de ultrafiltración. El 95.5% (21 pacientes) utilizó heparina y solo 1 paciente (4.5%) no utilizó heparina. El 100% de la población se dializa con hemofiltro Optiflux F180 nr (**Tabla 2**).

**Tabla 4. Variaciones de la PAM**

Variables	Pre HD	Post HD	p
PAM Diurna	102 ± 16	91 ± 18	< 0.001
PAM Nocturna	100.2 ± 18.7	93.7 ± 13.4	< 0.001
PAM en HD	103.8 ± 15.4	100.8 ± 17.6	< 0.001

**Tabla 5. Variables asociadas con la HTA sistólica pre Hemodiálisis**

HTAS día-Pre HD	RR	IC 95%	p
Género	1.55	0.22-11.1	0.658
Diabetes	1.66	0.14-18.8	0.678
Uso de IECA	0.67	0.005-0.88	0.018
Apego a Tx	0.77	0.11-5.10	0.793
Uresis residual	0.66	0.19-2.28	0.484
Sobrecarga ACTP	7.0	0.79-61.9	0.062
HTA pre HD noche			
HTAS noct-pre HD	RR	IC 95%	P
Género	4.5	0.73-27.7	0.09
Diabetes	2.14	0.28-16.3	0.457
IECA	6.66	6.44-0.95	0.04
Apego a Tx (si)	0.41	0.17-0.98	0.029
Uresis residual	0.66	0.12-3.64	0.639
Sobrecarga ACTP	4.5	0.41-49.07	0.193

**Tabla 6. Variables asociadas con la HTA sistólica post Hemodiálisis**

<b>HTAS día-Post HD</b>	<b>RR</b>	<b>IC 95%</b>	<b>p</b>
<b>Género</b>	2.81	0.48-16.43	0.245
<b>Diabetes</b>	6.95	0.12-7.27	0.962
<b>Uso de IECA</b>	0.86	0.59-1.26	0.474
<b>No Apego a Tx</b>	1.62	0.56-4.62	0.342
<b>Uresis residual</b>	0.34	0.14-0.81	0.007
<b>Sobrecarga ACTP</b>	3.55	0.33-38.7	0.279
<b>HTAS noct-pos HD</b>	<b>RR</b>	<b>IC 95%</b>	<b>P</b>
<b>Género</b>	4.16	0.55-26.9	0.119
<b>Diabetes</b>	3.6	0.45-28.56	0.211
<b>IECA</b>	0.72	0.51-0.99	0.09
<b>Apego a Tx (si)</b>	2.28	0.63-8.24	0.145
<b>Uresis residual</b>	0.57	0.27-1.18	0.204
<b>Sobrecarga ACTP</b>	0.64	0.44-0.95	0.05

**Tabla 7. Características de los vectores de impedancia bioeléctrica**

Variable	Pre HD	Post HD	P
<b>Peso</b>	54.68± 9.47	52.5±8.74	< 0.001
<b>ACT</b>	31.1 ± 7	29.1 ± 5.7	< 0.001
<b>AEC</b>	14.9 ± 3.2	13.28 ± 2.5	< 0.001
<b>AEC/ACT</b>	0.47 ± 0.04	0.44 ± 0.06	< 0.01
<b>Resistencia</b>	584.6 ± 132.6	660.9 ± 130	< 0.001
<b>Reactancia</b>	40.4 ± 15.3	52.9 ± 16	< 0.001
<b>Angulo de fase</b>	3.9 ± 6.84	4.5 ± 0.90	< 0.001

ACT: Agua Corporal Total; AEC: Agua Extra Celular; HD: hemodiálisis

**Tabla 8. Correlación entre PAM pre hemodiálisis con recordatorio de la dieta de 24 horas**

PAM pre-HD	Valor de r	Valor de p
<b>Sodio ingerido ( meq/24 hrs)</b>	.087	.069
<b>Potasio ingerido ( meq/24 hrs)</b>	-.160	.476
<b>Calcio ingerido ( meq/24 hrs)</b>	-.210	.348
<b>Fosforo ingerido( meq/24 hrs)</b>	-.147	.515
<b>Liquido ingerido (ml/24 hrs)</b>	.060	.791

**Tabla 9. Correlación entre TAM post hemodiálisis con recordatorio de la dieta de 24 horas**

PAM post-HD	Valor de <i>r</i>	Valor de <i>p</i>
Sodio ingerido ( meq/24 hrs)	.101	.654
Potasio ingerido ( meq/24 hrs)	.142	.528
Calcio ingerido ( meq/24 hrs)	-.103	.648
Fosforo ingerido( meq/24 hrs)	.053	.815
Liquido ingerido (ml/24 hrs)	.390	.073

### III.3. Características de los vectores de impedancia bioeléctrica.

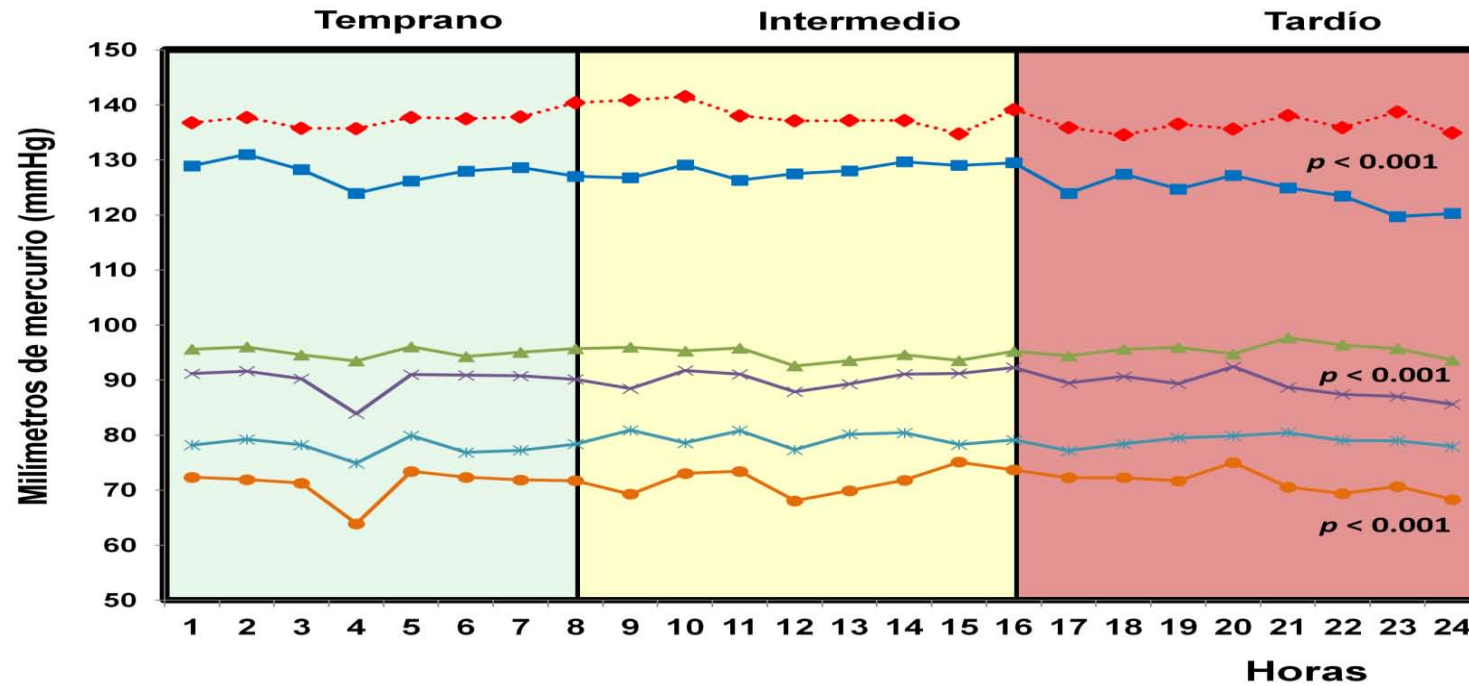
Previo a hemodiálisis el 100% de la población presentaban mayor peso  $54.68 \pm 4.7$  y  $52.5 \pm 8.74$  post-hemodiálisis; se encontró un volumen de  $31.1 \pm 7$  para ACT previo hemodiálisis y  $29.1 \pm 5.7$  post-hemodiálisis; la cantidad de AEC pre y post hemodiálisis fue de  $14.9 \pm 3.2$  y  $13.28 \pm 2.5$  respectivamente; el delta de AEC/ACT previo hemodiálisis fue de  $0.47 \pm 0.04$  y post-hemodiálisis de  $0.44 \pm 0.06$ . la resistencia previo y post-hemodiálisis fue de  $584.6 \pm 132.6$  y  $660.9 \pm 130$  respectivamente; la reactancia previo hemodiálisis fue de  $40.4 \pm 15.3$  y post-hemodiálisis fue de  $52.9 \pm 16$ ; se reporta un ángulo de fase pre hemodiálisis de  $3.9 \pm 6.84$  y post-hemodiálisis de  $4.5 \pm 0.90$ . Todos con un valor de  $p < 0.001$ .

. **Tabla 7.**

### III.4. Correlación de la PAM pre y post- hemodiálisis con recordatorio de 24 horas

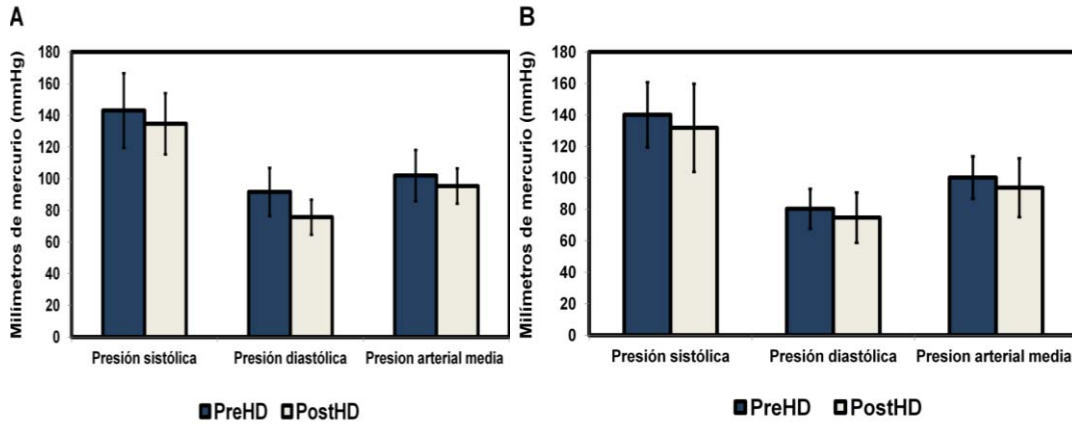
Al correlacionar presión arterial media pre hemodiálisis y post- hemodiálisis con recordatorio de 24 horas, no se encontró ninguna asociación. **Tabla 8 y 9.**

**Figura 2. Monitoreo continuo de presión arterial, 24 horas post-hemodiálisis, 24 horas previo hemodiálisis y PAM de ambos monitoreos** En el periodo temprano (primeras 8 horas) posterior a la hemodiálisis, se observa un descenso de la PA, seguido de un leve ascenso de la PA en el periodo intermedio (8-16 horas post- hemodiálisis) y con un descenso de la PA en período tardío (16-24 horas) post-hemodiálisis; este patrón se cumple tanto para PA sistólica, diastólica y PAM; con un mayor aumento de las presiones arteriales las 24 horas antes de la hemodiálisis.

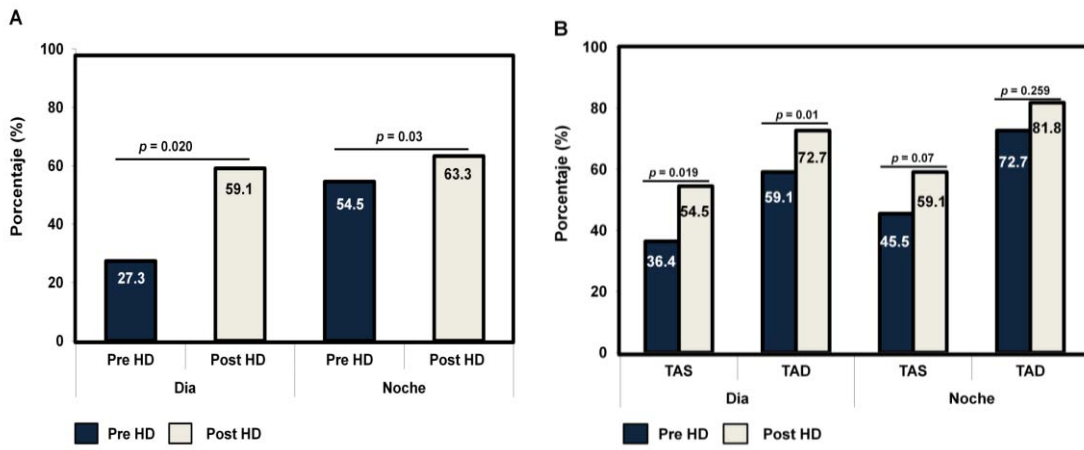


- ..... Presión sistólica pre HD
- ..... Presión sistólica post HD
- ..... Presión arterial media pre HD
- ..... Presión arterial media post HD
- ..... Presión arterial diastólica pre HD
- ..... Presión arterial diastólica post HD

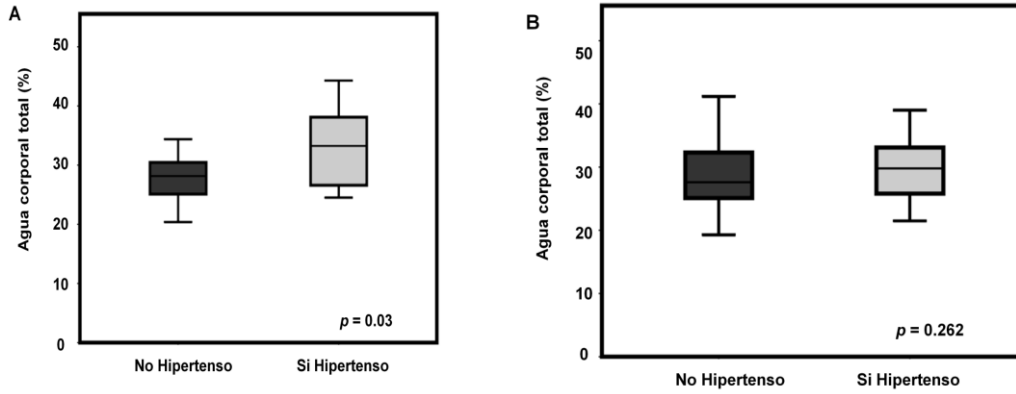




**Figura 3 A. promedio de MAPA diurna pre y post hemodiálisis.** En el monitoreo ambulatorio de la PA, se reporta una PAM diurna pre y post-hemodiálisis de  $102 \pm 16$  y  $91 \pm 18$  respectivamente, con un valor de  $p < 0.01$ ; al comparar la PAM nocturna pre y post-hemodiálisis se observa un descenso de la PAM en la post-hemodiálisis  $100.2 \pm 18.7$  y  $93.7 \pm 13.4$  con un valor de  $p < 0.01$ . **Figura 3 B. Promedio de MAPA Nocturna pre y post hemodiálisis.** No se observan diferencias en cuanto a la presión arterial diurna y nocturna tanto en la pre como en la post-hemodiálisis, pero con una tendencia hacia el descenso nocturno tanto en la pre hemodiálisis como en la post-hemodiálisis.



**Figura 4 A.** Muestra el control hipertensivo tomando en cuenta la PA sistólica como diastólica en el día, en la pre hemodiálisis el 27.3% logra un adecuado control de la PA, en la post hemodiálisis se alcanza un control de 59.1%. Durante la noche se reporta un mejor control de la PA tanto en la pre hemodiálisis como en la post hemodiálisis 54.5% y 63.3% respectivamente. **Figura 4 B.** Se analiza por separado el control de la PA sistólica y diastólica; encontrando un control principalmente de la PA diastólica tanto en día como en la noche, así como previo y post hemodiálisis; siendo mayormente controlada en la noche post hemodiálisis con una  $p$  de 0.259.



**Figura 5.** Análisis comparativo del comportamiento de la presión arterial previo hemodiálisis con agua corporal total previo hemodiálisis y PA posterior a hemodiálisis con agua corporal total post hemodiálisis. **(A)** se observa mayor porcentaje de agua corporal total y mayor PA. **(B)** se observa disminución del agua corporal total con una disminución en la PA.

#### IV. Discusión

Las complicaciones cardiovasculares son las principales causas de morbimortalidad en pacientes con ERC. En una población en diálisis el riesgo de muerte por causas de origen CV fue de 31%, con una mayor asociación en la elevación de la presión arterial sistólica <sup>[20]</sup>. A pesar de que la ECV es la principal causa de muerte de los pacientes en hemodiálisis, la presión arterial se encuentra descontrolada. En estados Unidos se reporta una prevalencia de 72-88% y solo el 30-50% logra un adecuado control <sup>[12]</sup>. Estrechamente relacionado con estos resultados, el 27.3-54.5% de nuestros pacientes logran un adecuado control de la PA previo a la hemodiálisis, y posterior a hemodiálisis se logra un mejor control, de 59.1-63.6%; lo que nos lleva a confirmar que la hipertensión en hemodiálisis principalmente es dependiente de volumen, y al controlar la sobrecarga hídrica por consiguiente mayor control de la PA. Por lo tanto, el mal control de la PA observado en nuestra cohorte no difiere de los reportados en otros estudios, argumentando la utilidad de nuestros resultados en la población general de hemodiálisis. Considerando que en la población en general la principal causa de para no alcanzar las metas de PA es la no adherencia al tratamiento médico, en nuestro estudio a diferencia de los previamente reportados se toma en cuenta esta variable, encontrando una falta de adherencia al tratamiento médico en el 54.5% de la población estudiada.

Estudios previos han descrito la fuerte asociación entre una dieta alta en sodio y la sobrecarga de volumen y por consiguiente HTA <sup>[4,12]</sup>. En nuestro estudio, para apoyar esta teoría, de carga de sodio e HTA se realizó recordatorios de 24 horas, los cuales se compararon con las PAM pre y post hemodiálisis, encontrando una asociación débil; sin embargo estos resultados no son concluyentes, debido al difícil control de esta variable (dieta) de la en población general.

Estudios fisiopatológicos, han demostrado como la actividad persistente del sistema nervioso simpático, fibrosis túbulo intersticial, así como la pérdida de la uresis residual favorecen una pérdida del ciclo circadiano, la cual se define como un descenso del 10-20 % de la presión arterial nocturna <sup>[4, 31,32]</sup>. En un estudio realizado por Amar y colaboradores, en el que incluyeron 326 pacientes en hemodiálisis, se midió la PA ambulatoria antes y después de una sesión de hemodiálisis durante dos semanas, solo el 8.7% de la población logró una disminución nocturna de la PA superior al 10% y la prevalencia de los no dippers no fue significativamente entre los pacientes controlados y no controlados <sup>[20]</sup>. De forma similar nuestro estudio reporta un descenso de la PA nocturna en 9% de la población, sin relacionarse con el control de la PA.

Existe controversia con relación al punto de corte para diagnosticar hipertensión en hemodiálisis, así como el momento para la toma de la PA, es por esta razón, que recientemente, en el año 2017 se realizó un consenso por expertos quienes concluyeron definir HTA una PA sistólica y diastólica  $\geq 135/85$  mmHg respectivamente, cifras que deberán de haber sido registradas por la mañana y por la tarde en el domicilio del paciente, en los días que no acuden a hemodiálisis durante al menos un periodo de dos semanas <sup>[4]</sup>. En la misma cohorte de Amar y colaboradores encontraron que la PA sistólica (pero no la diastólica) era pronóstica de mortalidad <sup>[20]</sup>.

Basándonos en este punto de corte para nuestro estudio definimos HTA una PA sistólica y diastólica  $\geq 135/85$  mmHg y con el objetivo establecer si existen o no diferencias en el momento interdialítico en el que se lleva a cabo el MAPA, se realizó el monitoreo 24 horas posterior de finalizar la hemodiálisis y 24 horas previos a la hemodiálisis; así como observar si existen diferencias con respecto a toma diurna-nocturna, y si el control es aislado o no. Se encontró un mejor control de la presión arterial diastólica tanto diurna como nocturna y con un mejor control el día posterior a hemodiálisis, estos hallazgos apoyan a que se

realice un monitoreo ambulatorio de 48 horas en pacientes en hemodiálisis y considerar de forma separada la PA sistólica y diastólica, ya que estos podrían ayudar a predecir factor de riesgo en cuanto a la morbilidad y mortalidad.

Hasta ahora no existen signos clínicos confiables que indiquen que un paciente ha alcanzado el peso seco ideal; por ejemplo, el grado de edema pedal, que frecuentemente se utiliza en la exploración física, es por ello que recientes ensayos clínicos controlados aleatorizados, abogan por el uso de espectroscopía de bioimpedancia para determinar la composición del estado de agua corporal en pacientes con hemodiálisis crónica <sup>[6,51]</sup>.

Del total de nuestra población, solamente el 32% presentaban signos clínicos de sobrecarga de volumen, el resto no presentaba ninguna sintomatología, pero al realizar la impedancia bioeléctrica el 9% presentaba datos de deshidratación, por tal motivo es de suma importancia realizar este estudio a los pacientes que se encuentran en hemodiálisis para determinar el peso seco, el cual será de mucha utilidad para ajuste del tratamiento médico y con esto disminuir la morbimortalidad.

## V. Conclusiones

Existe una gran variabilidad de la presión arterial según el momento en que se registre la presión arterial, existiendo una tendencia al mejor control posterior a la hemodiálisis, lo que podría explicar que la sobrecarga de líquidos es la principal causa del descontrol hipertensivo. Existe un mejor control de la presión arterial diastólica tanto previo hemodiálisis como post hemodiálisis, esto nos lleva a recomendar un seguimiento más estrecho de esta población para poder predecir el desenlace en estos pacientes, y poder establecer estrategias para lograr un mejor control de la presión arterial sistólica. Más del 60% de la población no presenta ningún signo asociado a sobrecarga de volumen, y que se detecta por impedancia bioeléctrica, por lo que en esta población se recomienda para poder determinar de forma más precisa el peso seco.

## VI. Referencias

1. Méndez-Duran A et al. Epidemiología de la Insuficiencia Renal Crónica en México. *Dial Traspl.* 2010; 31(1):7-11.
2. Agarwal R, Nissenson AR, Battle D, Coyne DW, Trout JR, Warnock DG. Prevalence, treatment, and control of hypertension in chronic hemodialysis patients in the United States. *Am J Med* 2003; 115:291–297.
3. Kooman JP, van der Sande F, Leunissen K, Locatelli F. Sodium balance in hemodialysis therapy. *Semin Dial* 2003; 16:351–355.
4. Sarafidis PA, Persu A, Agarwal R, Burnier M, et al. Hypertension in dialysis patients: a consensus document by the European Renal and Cardiovascular Medicine (EURECA-m) working group of the European Renal Association - European Dialysis and Transplant Association (ERA-EDTA) and the Hypertension and the Kidney working group of the European Society of Hypertension (ESH). *J Hypertens* 2017;35:657–676.
5. Parati G, Ochoa JE, Bilo G, Agarwal R, Covic A, Dekker FW, et al. Hypertension in chronic kidney disease Part 2: Role of ambulatory and home blood pressure monitoring for assessing alterations in blood pressure variability and blood pressure profiles. *Hypertension* 2016; 67:1102–1110.
6. Rahman M, Griffin V, Kumar A, Manzoor F, Wright JT Jr, Smith MC. A comparison of standardized versus „usual“ blood pressure measurements in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2002; 39:1226–1230.
7. Glicklich D, Frishman WH. Drug therapy of apparent treatment resistant hypertension: focus on mineralocorticoid receptor antagonists. *Drugs.* 2015; 75(5):473–85.
8. Coresh J, Selvin E, Stevens L. Prevalence of chronic kidney disease in the United States. *JAMA* 2007; 298:2038–247.
9. Fernández-Cantón S. El IMSS en cifras: la mortalidad en la población derechohabiente. 2003. *Rev Med IMSS.* 2004; 42:353-64.

10. Sarafidis PA, Sharpe CC, Wood E, Blacklock R, Rumjon A, Al-Yassin A, et al. Prevalence, patterns of treatment, and control of hypertension in predialysis patients with chronic kidney disease. *Nephron Clin Pract* 2012; 120:c147–c155.
11. Katzarski KS, Charra B, Luik AJ, Nisell J, Divino Filho JC, Leypoldt JK, et al. Fluid state and blood pressure control in patients treated with long and short haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 1999; 14:369–375.
12. Agarwal R. Blood pressure and mortality among hemodialysis patients. *Hypertension* 2010; 55:762–768
13. Port FK, Hulbert-Shearon TE, Wolfe RA, Bloembergen WE, Golper TA, Agodoa LY, et al. Predialysis blood pressure and mortality risk in a national sample of maintenance hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 1999; 33:507–517.
14. Hannedouche T, Roth H, Krummel T, London GM, Jean G, Bouchet JL, et al. Multiphasic effects of blood pressure on survival in hemodialysis patients. *Kidney Int* 2016; 90:674–684.
15. Mazzuchi N, Carbonell E, Fernandez-Cean J. Importance of blood pressure control in hemodialysis patient survival. *Kidney Int* 2000; 58:2147–2154.
16. Lacson E Jr, Lazarus JM. The association between blood pressure and mortality in ESRD-not different from the general population? *Semin Dial* 2007; 20:510–517.
17. Klassen PS, Lowrie EG, Reddan DN, DeLong ER, Coladonato JA, Szczech LA, et al. Association between pulse pressure and mortality in patients undergoing maintenance hemodialysis. *JAMA* 2002; 287:1548–1555.
18. Foley RN, Herzog CA, Collins AJ. Blood pressure and long-term mortality in United States hemodialysis patients: USRDS Waves 3 and 4 Study. *Kidney Int* 2002; 62:1784–1790.
19. Robinson BM, Tong L, Zhang J, Wolfe RA, Goodkin DA, Greenwood RN, et al. Blood pressure levels and mortality risk among hemodialysis patients in



- the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study. *Kidney Int* 2012; 82:570–580.
20. Amar J, Vernier I, Rossignol E, Bongard V, Arnaud C, Conte JJ, et al. Nocturnal blood pressure and 24-h pulse pressure are potent indicators of mortality in hemodialysis patients. *Kidney Int* 2000; 57:2485–2491.
  21. Sarafidis PA, Bakris GL. Kidney disease and hypertension. In: Lip G, Hall J, editors. *Comprehensive hypertension*. London: Elsevier; 2007.
  22. Parati G, Ochoa JE, Bilo G, Agarwal R, Covic A, Dekker FW, et al. Hypertension in chronic kidney disease Part 1: Out-of-office blood pressure monitoring: methods, thresholds, and patterns. *Hypertension* 2016; 67:1093–1101.
  23. Hall JE. The renin-angiotensin system: renal actions and blood pressure regulation. *Compr Ther* 1991; 17:8–17.
  24. Ritz E, Fliser D. The kidney in congestive heart failure. *Eur Heart J* 1991; 12 (Suppl C):14–20.
  25. Machnik A, Neuhofer W, Jantsch J, Dahlmann A, Tammela T, Machura K, et al. Macrophages regulate salt-dependent volume and blood pressure by a vascular endothelial growth factor-C-dependent buffering mechanism. *Nat Med* 2009; 15:545–552.
  26. Wiig H, Schroder A, Neuhofer W, Jantsch J, Kopp C, Karlsen TV, et al. Immune cells control skin lymphatic electrolyte homeostasis and blood pressure. *J Clin Invest* 2013; 123:2803–2815.
  27. Henrich WL, Katz FH, Molinoff PB, Schrier RW. Competitive effects of hypokalemia and volume depletion on plasma renin activity, aldosterone and catecholamine concentrations in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1977; 12:279–284.
  28. Bazzato G, Coli U, Landini S, Lucatello S, Fracasso A, Morachiello P, et al. Prevention of intra- and postdialytic hypertensive crises by captopril. *Contrib Nephrol* 1984; 41:292–298.

29. Drechsler C, Ritz E, Tomaschitz A, Pilz S, Schonfeld S, Blouin K, et al. Aldosterone and cortisol affect the risk of sudden cardiac death in haemodialysis patients. *Eur Heart J* 2013; 34:578–587.
30. Abd ElHafeez S, Tripepi G, Mallamaci F, Zoccali C. Aldosterone, mortality, cardiovascular events and reverse epidemiology in end stage renal disease. *Eur J Clin Invest* 2015; 45:1077–1086.
31. Desir GV, Wang L, Peixoto AJ. Human renalase: a review of its biology, function, and implications for hypertension. *J Am Soc Hypertens* 2012; 6:417–426.
32. Desir GV. Regulation of blood pressure and cardiovascular function by renalase. *Kidney Int* 2009; 76:366–370.
33. Tada T, Kusano KF, Ogawa A, Iwasaki J, Sakuragi S, Kusano I, et al. The predictors of central and obstructive sleep apnoea in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2007; 22:1190–1197.
34. Zoccali C, Benedetto FA, Tripepi G, Cambareri F, Panuccio V, Candela V, et al. Nocturnal hypoxemia, night-day arterial pressure changes and left ventricular geometry in dialysis patients. *Kidney Int* 1998; 53:1078–1084.
35. Oagna A, Forni OV, Mihalache A, Pruijm M, Halabi G, Phan O, et al. Obstructive sleep apnea severity and overnight body fluid shift before and after hemodialysis. *Clin J Am Soc Nephrol* 2015; 10:1002–1010.
36. Georgianos PI, Sarafidis PA, Lasaridis AN. Arterial stiffness: a novel cardiovascular risk factor in kidney disease patients. *Curr Vasc Pharmacol* 2015; 13:229–238.
37. Mallamaci F, Tripepi G, Maas R, Malatino L, Boger R, Zoccali C. Analysis of the relationship between norepinephrine and asymmetric dimethyl arginine levels among patients with end-stage renal disease. *J Am Soc Nephrol* 2004; 15:435–441.
38. Vallance P, Leone A, Calver A, Collier J, Moncada S. Accumulation of an endogenous inhibitor of nitric oxide synthesis in chronic renal failure. *Lancet* 1992; 339:572–575.

39. Boyle SM, Berns JS. Erythropoietin and resistant hypertension in CKD. *Semin Nephrol* 2014; 34:540–549.
40. Carlini RG, Dusso AS, Obialo CI, Alvarez UM, Rothstein M. Recombinant human erythropoietin (rHuEPO) increases endothelin-1 release by endothelial cells. *Kidney Int* 1993; 43:1010–1014.
41. Kang DH, Yoon KI, Han DS. Acute effects of recombinant human erythropoietin on plasma levels of proendothelin-1 and endothelin-1 in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 1998; 13:2877–2883.
42. Eggena P, Willsey P, Jamgotchian N, Truckenbrod L, Hu MS, Barrett JD, et al. Influence of recombinant human erythropoietin on blood pressure and tissue renin-angiotensin systems. *Am J Physiol* 1991; 261:E642–E646.
43. Hand MF, Haynes WG, Johnstone HA, Anderton JL, Webb DJ. Erythropoietin enhances vascular responsiveness to norepinephrine in renal failure. *Kidney Int* 1995; 48:806–813.
44. Koulouridis I, Alfayez M, Trikalinos TA, Balk EM, Jaber BL. Dose of erythropoiesis-stimulating agents and adverse outcomes in CKD: a metaregression analysis. *Am J Kidney Dis* 2013; 61:44–56.
45. Del Vecchio L, Locatelli F. An overview on safety issues related to erythropoiesis-stimulating agents for the treatment of anaemia in patients with chronic kidney disease. *Expert Opin Drug Saf* 2016; 15:1021–1030.
46. Salem MM. Hypertension in the hemodialysis population: a survey of 649 patients. *Am J Kidney Dis* 1995; 26:461–468.
47. Rahman M, Dixit A, Donley V, Gupta S, Hanslik T, Lacson E, et al. Factors associated with inadequate blood pressure control in hypertensive hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 1999; 33:498–506.
48. Agarwal R. Epidemiology of interdialytic ambulatory hypertension and the role of volume excess. *Am J Nephrol* 2011; 34:381–390.
49. Sinha AD, Agarwal R. Can chronic volume overload be recognized and prevented in hemodialysis patients? The pitfalls of the clinical examination in assessing volume status. *Semin Dial* 2009; 22:480–482.

50. Agarwal R, Andersen MJ, Pratt JH. On the importance of pedal edema in hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol* 2008; 3:153–158.
51. Rohrscheib MR, Myers OB, Servilla KS, Adams CD, Miskulin D, Bedrick EJ, et al. Age-related blood pressure patterns and blood pressure variability among hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol* 2008; 3:1407–1414.
52. Kooman JP, van der Sande F, Leunissen K, Locatelli F. Sodium balance in hemodialysis therapy. *Semin Dial* 2003; 16:351–355.
53. Kayikcioglu M, Tumuklu M, Ozkahya M, Ozdogan O, Asci G, Duman S, et al. The benefit of salt restriction in the treatment of end-stage renal disease by haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2009; 24:956–962.
54. Maduell F, Navarro V. Dietary salt intake and blood pressure control in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2000; 15:2063.

## VII. Anexo I

### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN MÉDICA

**Título del estudio:** Utilidad del monitoreo ambulatorio de la presión arterial y vectores de impedancia bioeléctrica en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis.

Hoja 1 de 4.

**Investigador principal:** Dr. Rafael Valdez Ortiz.

**Sede donde se realizará el Estudio:** Servicio de Nefrología, Unidad 105B, Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga O.D."

**Nombre del paciente:** \_\_\_\_\_

ECU \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Se le está invitando a participar en este estudio de investigación médica, el cual tiene como objetivo evaluar la presión arterial en días sin hemodiálisis, y realizar estudios para determinar la cantidad de líquidos que tiene su cuerpo.

Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados.

Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto. Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento, de la cual se le entregará una copia firmada y fechada.

#### **Justificación del estudio.**

Una de las principales causas para no tener un adecuado control de la presión arterial es el exceso de líquido en el cuerpo, la cual resulta en un aumento en la presencia de enfermedades y riesgo de muerte, especialmente por causas del corazón, por lo que se considera que el empleo temprano de estrategias para reducir estos síntomas, potencialmente puede disminuir estas complicaciones.

#### **Objetivo del estudio:**

A usted se le está invitando a participar en un estudio de investigación que tiene como objetivos Comparar las variaciones de la presión arterial continua ambulatoria versus la presión arterial intradialítica y su asociación con la sobrecarga de volumen evaluada por bioimpedancia eléctrica en pacientes en programa de hemodiálisis.

## CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN MÉDICA

**Título del estudio: Utilidad del monitoreo ambulatorio de la presión arterial y vectores de impedancia bioeléctrica en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis.**

Hoja 2 de 4.

Por lo que si decide participar se le solicitara presentarse 20 minutos antes de su hemodiálisis, para realizar el estudio de la cantidad de líquidos en su cuerpo, así como la instalación del equipo para la toma de la presión arterial.

### **Beneficios Del Estudio**

Con estos resultados esperamos ajustar los medicamentos de la presión arterial, ya sea aumentando o disminuyendo la dosis y con ello disminuir el riesgo de complicaciones y mortalidad en esta población.

### **Procedimientos Del Estudio**

En caso de aceptar participar en el estudio se le realizarán algunas preguntas sobre usted, edad, antecedentes médicos, se le solicitará los siguientes estudios antes de iniciar el estudio: muestras de sangre (glucosa, ácido úrico, urea, creatinina, sodio, potasio, cloro, calcio, fosforo, albumina, colesterol, triglicéridos, biometría hemática, con 8 ml total de sangre, (2 tubos, 3 cc para biometría hemática y 5 cc para química sanguínea); posterior a toma de estudios se citara 20 minutos antes de su hemodiálisis, se realizara el estudio que valora cantidad de líquidos que trae su cuerpo y posterior a eso se conectara el equipo que mide la presión arterial de forma automática cada 20 minutos en el día y cada 40 minutos por la noche, al finalizar la hemodiálisis nuevamente se valorara la cantidad de líquidos que quedan en su cuerpo; el equipo que registra la presión arterial se lo llevara a su casa para que haga las tomas de presión arterial ya programadas, al siguiente día usted viene a entregar el equipo para pasar los datos a la computadora; se realizara una nueva toma de la presión arterial un día antes su hemodiálisis, se citara para que se presente al hospital 24 horas antes de su hemodiálisis para conectar el equipo con tomas de presión arterial cada 20 minutos en el día y cada 40 minutos por la noche, con la recomendación de no modificar los datos del aparato ni mojarlo; el resto de datos se tomarán de su expediente clínico correspondiente.

La toma de muestras y el **procesamiento no tendrá costo** para usted así como los equipos utilizados.

## **CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN MÉDICA**

**Título del protocolo: Utilidad del monitoreo ambulatorio de la presión arterial y vectores de impedancia bioeléctrica en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis.**

Hoja 3 de 4

### **Riesgos**

Por el tipo de estudio es considerado como con riesgo mayor al mínimo. Entre los riesgos por la toma de exámenes de sangre incluyen: sangrado, desmayo o sensación de mareo, Hematoma (acumulación de sangre debajo de la piel), infección punciones múltiples para localizar la vena.

Con el monitoreo de la presión arterial y la medición de líquidos de su cuerpo no existen riesgos.

**Alternativas de tratamiento: existe otro tipo de toma de presión arterial como es con equipos manuales, que no requieren una programación, cuyos reportes son similares pero con la desventajas que no toman de forma programada y sin poder detectar presión arterial cuando está dormido. En caso que usted no desee participar en el estudio se dará esta opción, pero no se proporcionará el equipo y seguirá los controles con su nefrólogo.**

### **Aclaraciones**

Su decisión de participar en el estudio es completamente **voluntaria**. No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación. Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee, aun cuando el investigador responsable no se lo solicite, pudiendo informar o no, las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad. No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio. No recibirá pago por su participación. En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable. La duración del estudio será de 1 semana, se tomara laboratorios al iniciar (glucosa, ácido úrico, urea, creatinina, sodio, potasio, cloro, calcio, fosforo, albumina, colesterol, triglicéridos, biometría hemática).

## CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN MÉDICA

**Título del estudio: Utilidad del monitoreo ambulatorio de la presión arterial y vectores de impedancia bioeléctrica en pacientes con enfermedad renal crónica en hemodiálisis.**

Hoja 4 de 4.

La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores.

Yo, \_\_\_\_\_ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación. Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Firma del participante: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Testigo 1: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Dirección \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_

Testigo 2: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Dirección \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_

He explicado al Sr(a). \_\_\_\_\_ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apegó a ella.

Si tiene alguna duda favor de comunicarse con Dr. Rafael Valdez Ortiz al teléfono 521285063 y/o con la Dra. Georgina Andrade Morales presidenta del comité de Ética al teléfono 27892000 extensión 1330.



## Anexo II. HOJA DE CAPTURA DE DATOS

Número:	Nombre	F. Nacimiento	Edad
Genero	Género	Estado civil	Ocupación:
Escolaridad:	Procedencia Urbano Rural	Teléfono:	Expediente

### Comorbilidades

DM	HTA	Obesidad	Neoplasias
Dislipidemia	AR	LITIASIS	HPB
Cardiopatía	Gota	Ef. Autoinmune	Glomerulopatias
Preeclamsia	F. inicio de TRR	F. de inicio en programa HD	Días a la semana de HD
EVC	Tabaquismo	Etilismo	
Tipo de acceso vascular FAVI Perma Temporal Femoral	Prescripción de HD P. seco P. inicial T. UF Volumen Planeado Perfil UF Tipo AC	Prescripción de HD QD QS Dializador HCO3 Filtro Cambios de pres.	Peso Pre-HD Peso post-HD Síntomas durante TX Cefalea Mareos Hipoglucemia Antihiper. En HD

### SIGNOS VITALES

TA PERI HD PRE HD	TA PERI HD POST HD	TA DIA 1	TA NOCHE 1
DIPPERS	TA DIA 2	TA NOCHE 2	DIPPERS
PESO	TALLA	IMC	URESIS

### FARMACOS

CA	BB	IECA	ARA
AB	D.ASA	TIAZIDAS	APEGO A TX
EPO	HIERRO	OTROS	

### LABORATORIOS

Na	Creatinina	HB	EPPVID
----	------------	----	--------

K	GLU	HCT	EIVSD
Cl	HB GLIC	FERRITINA	DDFVI
Mg	CT	TRANSF	DAI
P	TG	PTH	IMVI
Ca	ALB	CINETICA DE HIERRO	HVI
Urea	AU	INDICE DE CAPTACION DE HIERRO	FEVI

BIOIMPEDANCIA

PESO	ACT REAL	AGUA EXTRACELULAR IDEAL	REACTANCIA
TALLA	ACT IDEAL	COMPOSICION CORPORAL	ANGULO DE FASE
IMC	AGUA EXTRACELULAR REAL	RESISTENCIA	VALORACION NUTRICIONAL