



UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE PUEBLA

---

DECANATO DE CIENCIAS DE LA SALUD

---

FACULTAD DE NUTRICIÓN

*Evaluación de la composición corporal mediante  
bioimpedancia multifrecuencia segmental y la relación con el  
estado de riesgo nutricional en pacientes adultos en hemodiálisis*

Tesis

Para obtener el Título de:

**Maestría en Nutrición Clínica**

Presenta:

*LNHD. BERENICE POZOS DÍAZ*

Directora:

*MTRA. ALMA NUBIA MENDOZA HERNÁNDEZ*

Co-Directora:

*MTRA. VALERIA MAGALI ROCHA ROCHA*

Puebla, Pue., México

**Primavera 2022.**



**UPAEP – Secretaría General**

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyła**

**Tesis Digitales Restricciones de uso:**

**DERECHOS RESERVADOS ©**

**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

El uso de textos, imágenes, gráficas, 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 de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

*Primeramente doy gracias a Dios, su amor y su bondad no tienen fin, me permite sonreír ante todos mis logros que son resultado de su ayuda, este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todo sentido y te lo agradezco padre, y no cesan mis ganas de decir que es gracias a ti que esta meta está cumplida.*

*Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, por su amor, dedicación y paciencia con la que cada día se preocupaban por mi avance y desarrollo de esta tesis, es simplemente único.*

*Gracias a mis hermanos que en el día a día con su presencia, respaldo y apoyo me impulsaron a salir adelante, además de saber que mis logros también son los suyos.*

*Gracias a mi prometido Omar Guzmán, fue el ingrediente ideal para culminar esta tesis con triunfo, es un privilegio contar contigo en cada instante y siempre querer mi porvenir, te agradezco por tantas ayudas y muchos aportes no solo para el avance de mi tesis, sino además para mi vida.*

*A mi amiga Guadalupe Sedeño por ser pieza fundamental en este nuevo camino de la nefrología por creer en mí como nutrióloga y darme la oportunidad para laborar en el ISSSTEP junto a su equipo de trabajo.*

*A Hi-Tec Medical, en especial a su director, Arturo Sánchez de la Torre, quien posibilitó los recursos materiales para la valoración de los pacientes de la unidad de nefrología.*

*A mis compañeras enfermeras por cobijarme y por su colaboración desinteresada en las diferentes fases del mismo.*

*A mis pacientes porque sin ellos y su participación este trabajo de investigación no se hubiera realizado.*

*Quiero mostrar mi agradecimiento a la Maestra Alma Nubia, asesora de esta tesis, por el interés e ilusión que manifestó desde el primer momento en que le presenté el proyecto; su guía, sugerencias y correcciones han sido fundamentales para que este trabajo vea la luz.*

*A la Maestra Valeria Rocha, coasesora de la tesis, por la generosidad con la que me transmitió siempre sus conocimientos y experiencia para la realización de este estudio.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>3</b>
2.1.	ANTECEDENTES GENERALES .....	3
2.1.1.	<i>EPIDEMIOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA</i> .....	3
2.1.2.	<i>ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL RIÑÓN</i> .....	4
2.2.	ANTECEDENTES ESPECÍFICOS.....	8
2.2.1.	<i>Enfermedad Renal</i> .....	8
2.2.2.	<i>Enfermedad Renal Crónica</i> .....	9
2.2.3.	<i>TAMIZAJE Y VALORACIÓN NUTRICIA DE LA ERC</i> .....	17
2.2.4.	<i>Evaluación del estado nutricional</i> .....	18
2.2.5.	<i>FACTORES DE RIESGO NUTRICIONAL</i> .....	27
2.2.6.	<i>TRATAMIENTO SUSTITUTIVO DE LA IRC</i> .....	34
<b>3.</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>36</b>
<b>4.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>37</b>
<b>5.</b>	<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>38</b>
<b>6.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>39</b>
6.1.	GENERAL .....	39
6.2.	ESPECÍFICOS .....	39
<b>7.</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>39</b>
7.1.	TIPO DE ESTUDIO .....	39
7.2.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	39
7.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	48
7.4.	CRITERIOS .....	49
7.4.1.	<i>Inclusión:</i> .....	49
7.4.2.	<i>Exclusión:</i> .....	49
7.4.3.	<i>Eliminación</i> .....	49
7.5.	MÉTODOS Y TÉCNICAS .....	49
7.6.	RECURSOS HUMANOS, MATERIALES Y FINANCIEROS .....	50
7.7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	50
<b>8.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>51</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>66</b>
<b>10.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIO-HEMEROGRÁFICAS</b> .....	<b>67</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de riesgo de la enfermedad renal crónica .....	12
Tabla 2. Manifestaciones clínicas y bioquímicas de la enfermedad renal crónica .....	16
Tabla 3. Causas de desnutrición en pacientes nefrópatas .....	28
Tabla 4. Causas de desarrollo de desgaste proteico energético en la enfermedad renal crónica.....	30
Tabla 5. Criterios diagnósticos para el desgaste proteico energético .....	31
Tabla 6. Distribución de los pacientes por edad y género. ....	51
Tabla 7. Etiología de la Enfermedad Renal Crónica (ERC) .....	52
Tabla 8. Comparación de medidas antropométricas en el grupo de hombres. ....	54
Tabla 9. Comparación de medidas antropométricas en el grupo de mujeres. ....	54
Tabla 10. Comparación de IMC por género y medición. ....	56
Tabla 11. Comparación de composición corporal en el grupo de hombres.....	59
Tabla 12. Comparación de composición corporal en el grupo de mujeres.....	59
Tabla 13. Valores de albúmina, colesterol y hemoglobina por género.....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estadios de la enfermedad renal crónica .....	10
Figura 2. Relación grupo de edad y género .....	52
Figura 3. Análisis de IMC por género .....	56
Figura 4. Comparación de IMC por género y medición. ....	57
Figura 5. Índice de Masa Muscular Esquelética. ....	60
Figura 6. Clasificación del porcentaje de grasa corporal por Lohman. ....	61
Figura 7. Clasificación del porcentaje de grasa corporal por Bray.....	62
Figura 8. Clasificación del porcentaje de grasa corporal por la SEEDO.....	62
Figura 9. Media de la clasificación del Porcentaje de Grasa Corporal.....	63

## RESUMEN

**Antecedentes:** Con el crecimiento de la población a nivel mundial es eminente el aumento de las enfermedades crónicas no transmisibles, dentro de estas se considera a la Enfermedad Renal Crónica (ERC) como una manifestación grave de las patologías renales que lleva al paciente a la necesidad de terapia sustitutiva o trasplante renal, dicho problema se ubica en uno de los principales problemas de salud pública global; entre los países con las tasas más altas de incidencia destacan Taiwán, Estados Unidos y México; este último con cifras de hasta 425 casos por millón de habitantes, lo que representa la segunda tasa más alta a nivel mundial.

**Objetivo general:** Analizar la composición corporal de los adultos en hemodiálisis con el método de Bioimpedancia eléctrica para correlacionar el estado nutricional.

**Metodología:** Se empleó un estudio de tipo observacional, longitudinal, se trabajó con una población de 77 pacientes de ambos géneros, mayores de 18 años, de la Unidad de Nefrología ISSSTEP, la técnica utilizada fue la valoración nutricional mediante de bioimpedancia eléctrica utilizando variables como: porcentaje de masa grasa, masa muscular e IMC.

**Resultados:** La población de estudio conformado por el sexo masculino (60%) y femenino (40%). Se evidencia en las mujeres un resultado estadísticamente significativo ( $p=0.037$ ) en la medición inicial y final del IMC y en el % de grasa ( $p=0.045$ ). En ambos sexos presentan un exceso de masa grasa ubicándolos en obesidad de acuerdo a Lohman.

**Conclusiones:** El porcentaje de masa grasa e IMC estuvo por encima de los valores recomendados en hombres y mujeres, lo cual se puede relacionar con riesgo nutricional significativo de los pacientes hemodializados.

**Palabras claves:** Estado Nutricional. Bioimpedancia. Hemodiálisis. Malnutrición. IMC. Porcentaje de Grasa Corporal

## 1. INTRODUCCIÓN

La enfermedad renal crónica (ERC) se define como la presencia de deterioro renal durante tres meses con consecuencias para la salud (1). Debido a las funciones que realizan los riñones, su falla produce alteraciones en la función de todos los sistemas del organismo (2). La ERC es considerada hoy en día un problema de salud pública en México y el mundo (3); entre los países con las tasas más altas de incidencia destacan Taiwán, Estados Unidos y México; este último con cifras de hasta 425 casos por millón de habitantes, lo que representa la segunda tasa más alta a nivel mundial (4)(5).

La ERC se caracteriza por alteraciones nutricionales e inflamación sistémica que se acompaña de un aumento del catabolismo, lo que incrementa la morbimortalidad. Las alteraciones del estado nutricional se han descrito en la literatura con numerosos y confusos términos como malnutrición, sarcopenia, caquexia o síndrome de malnutrición-inflamación-aterosclerosis. Tales denominaciones describen una parte del problema, pero no engloban los múltiples mecanismos que influyen en la salud y el pronóstico del paciente. La desnutrición calórica-proteica es un problema muy frecuente entre los pacientes en hemodiálisis (HD) (6) que se estima entre el 18 y el 75% . La desnutrición se entiende como un trastorno de la composición corporal caracterizado por un exceso de agua extracelular, asociado con frecuencia a disminución del tejido muscular y grasa, hipoproteinemia y déficit de potasio, que interfiere con la respuesta normal del huésped a su enfermedad y tratamiento.

El síndrome de desgaste proteico energético (DPE) se define como la pérdida simultánea de grasa y de músculo en el paciente dializado (7). Se refleja la desnutrición y adelgazamiento causada no sólo por la ingesta inadecuada de nutrientes, sino también por el agotamiento resultado de las condiciones inflamatorias y no inflamatorias que prevalecen en esta población (8).

Actualmente, la definición consensuada de caquexia señala que ésta es "un síndrome metabólico complejo asociado a una enfermedad subyacente caracterizada por la pérdida de músculo con o sin masa grasa. Su característica prominente es la pérdida de peso en adultos (corregido por retención de líquidos) (82).

El objetivo de este trabajo es analizar la composición corporal de los adultos en hemodiálisis con el método de bioimpedancia para relacionar el estado nutricional entre los objetivos específicos están, determinar la prevalencia del síndrome de desgaste proteico energético en pacientes hemodializados, así como describir las principales patologías asociadas a la enfermedad renal crónica para clasificar con el grupo etario, identificar el riesgo de desnutrición en adultos en proceso de hemodiálisis.

La metodología que se eligió para el estudio fue observacional, prospectivo, longitudinal y analítico. Lo que permitirá analizar con herramientas validadas y estandarizadas el riesgo nutricional, se realizará la categorización de biomarcadores y se evaluarán la composición corporal en pacientes en hemodiálisis con el método de bioimpedancia eléctrica para una descripción clínica del estado nutricional.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES GENERALES**

#### **2.1.1. EPIDEMIOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA**

La enfermedad renal crónica (ERC) constituye actualmente un problema de salud pública, tanto en México como en el mundo, debido al incremento en su incidencia y prevalencia de las enfermedades metabólicas como obesidad, hipertensión arterial sistémica y Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2). También, es la segunda causa más importante de años de vida perdidos en Latinoamérica (9). A nivel mundial se ha estimado que la ERC afecta aproximadamente entre 8 y 15% de la población. En México se estimó entre 1990 y 2010 la carga de la enfermedad de diversas patologías crónicas y se observó un incremento de más del 300% de la ERC, lo cual afectó a ambos sexos y ocupó los primeros lugares de morbilidad y mortalidad (10).

En México la principal causa de ERC es la DM2, que afecta a 6.4 millones de adultos mexicanos, seguida de hipertensión arterial, que afecta a 22.4 millones según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2012 (11).

En México se estima que existen 12.8 millones de pacientes con DM2 con una prevalencia de 13.5%, la cual es una de las más altas a nivel mundial. Por otra parte la prevalencia de obesidad y sobrepeso es de 28.9 y 64.9% respectivamente. La exposición crónica de estas patologías, aunado a un mayor acceso a los servicios de salud, ha traído como consecuencia un aumento de las complicaciones crónicas, como lo es la ERC. El impacto de la ERC va más allá de ser una de las principales causas de muerte. Existen factores más importantes como los son los años de vida perdidos y los años vividos con discapacidad. Dichos factores tienen más impacto en la salud pública del país en comparación a la cuantificación de la muerte o enfermedad por si sola. En esos términos la ERC en conjunto con la Diabetes Mellitus son las principales causas de años de vida perdido y años vividos con discapacidad en México. En específico en México, la ERC atribuida a Diabetes Mellitus y la ERC de causa no conocida tienen el mayor impacto en términos de años de vida perdidos y años vividos con discapacidad a nivel global (12).

En este sentido, la ERC acorta la esperanza de vida, deteriora la calidad de vida de quienes la padecen y causa discapacidad laboral, que a su vez impacta a nivel económico. Aunado a esto, los elevados costos de atención deben ser sustentados por los sistemas de salud debido a su complejo manejo terapéutico y multidisciplinario, situación agravada por la insuficiencia de recursos económicos necesarios para atender a los enfermos de esta patología (1).

### 2.1.2. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL RIÑÓN

Los riñones se encargan de eliminar los productos tóxicos del metabolismo, pero otra función importante que desempeñan es la conservación de las sustancias esenciales para la vida, las funciones del riñón son diversas destacando entre ellas el mantenimiento del volumen hídrico y de la concentración de electrolitos en el organismo, lo que realiza modificando la composición de la orina (13). Así los riñones son considerados órganos reguladores que excretan y conservan de manera selectiva agua y varios compuestos químicos. De esta forma ayudan a preservar el medio interno (14).

El riñón normal realiza esta función dentro de un amplio margen de fluctuaciones en el sodio, el agua y los solutos. Logra esta meta filtrando continuamente la sangre y modificando la secreción y la reabsorción en este líquido filtrado. El riñón recibe el 20% del gasto cardíaco, filtra unos 1,600 L/día de sangre y produce 180 L de un líquido llamado ultrafiltrado, el ultrafiltrado se convierte en los 1.5 L de orina excretados en promedio diariamente (15).

#### 2.1.2.1. Anatomía renal

Los riñones son dos órganos retroperitoneales que pesan alrededor de 150 g y tienen forma de frijol. Se sitúan uno a cada lado de la columna vertebral, en el nivel de las vértebras doceava torácica y tercera lumbar, fuera de la cavidad peritoneal en la parte posterior del abdomen superior. Cada riñón mide de 10 a 12 cm de longitud, 5 a 6 cm de ancho y 2.5 cm de espesor. Su borde medial está indentado por una profunda fisura denominada hilio. Es ahí donde los vasos sanguíneos y los nervios ingresan y egresan del riñón. Los uréteres, que conectan a los riñones con la vejiga, también salen por el hilio (16).

La unidad anatómica y funcional del riñón es la nefrona, que lo dividen en dos partes:

1. Glomérulo. Consiste en un penacho compacto de capilares contenido en una cápsula formada por dos paredes llamada cápsula de Bowman. La sangre llega a los capilares glomerulares desde la arteriola aferente y sale de esos capilares yendo a la arteriola eferente que la lleva a los capilares peritubulares. Líquido y partículas de la sangre se filtran a través de la membrana capilar para ir hasta un espacio lleno de líquido dentro de la cápsula de Bowman, denominado espacio de Bowman. La parte de la sangre que es filtrada y va al espacio capsular se conoce como ultrafiltrado del plasma (16)(17).

2. Sistema de túbulos. Está integrado por una capa única de células epiteliales.

Se puede subdividir en cuatro segmentos de acuerdo con sus diferencias anatómicas y funcionales. Este sistema es responsable de los procesos de reabsorción y secreción, en los cuales el ultrafiltrado se modifica para la formación de la orina. Sus principales segmentos son: el túbulo contorneado proximal, el asa de Henle, el túbulo contorneado distal y el conducto colector.

Cada uno de los túbulos cumple una función específica:

- Túbulo contorneado proximal: En él se realiza la reabsorción y secreción casi total de los principales solutos, además de la reabsorción del 70% del agua filtrada, y se realiza en condiciones de isotonicidad. El motor fundamental en estos procesos son movimientos de arrastre del sodio por las bombas de sodio/potasio ubicadas en la membrana basolateral de sus células. Junto con el sodio, mediante cotransporte se reabsorbe la glucosa, los aminoácidos, los fosfatos, sulfatos, etc. En la parte final del túbulo proximal (TP) el aumento de la concentración de cloruro hace que éste junto al sodio pasen en forma de  $\text{ClNa}$  por las uniones intercelulares.

Respecto a la secreción en el TP, se produce secreción de todos los ácidos y bases orgánicas, toxinas, y drogas, así como la mayor parte del excedente de productos que circulan en el plasma (18).

- Asa de Henle: Está compuesta de tres segmentos importantes: rama fina descendente, rama fina ascendente y rama gruesa ascendente. Las tres divisiones se basan en la morfología celular y su situación anatómica, pero

guardan correlación precisa con la especialización de sus funciones. Se sabe que 15 a 25% del NaCl filtrado se resorbe en el asa de Henle, principalmente en la rama ascendente gruesa. El asa de Henle tiene una participación importante en la concentración urinaria, al contribuir a la generación de un intersticio medular hipertónico en un proceso que se denomina *multiplicación a contracorriente*. El asa de Henle es el sitio de acción de la mayor parte de los diuréticos de la clase más potente (diuréticos de asa), y también contribuye a la resorción de iones de calcio y magnesio (19).

- Túbulo contorneado distal: Es un tubo de trayecto tortuoso, se encuentra revestido por un epitelio cúbico simple con escasas microvellosidades. Una región especial de este túbulo recibe el nombre de mácula densa, la cual se halla en estrecha relación con el polo vascular del glomérulo y se caracteriza por presentar células cúbicas altas que forman parte del aparato yuxtglomerular. La función del túbulo contorneado distal es recuperar agua y sodio mediante el estímulo de la aldosterona (20).

Cada riñón posee alrededor de un millón de nefronas que no son idénticas entre sí. Según su localización, las nefronas pueden presentar pequeñas variaciones, necesarias para la optimización de su funcionamiento. En el aspecto macróscopico se divide al riñón en dos regiones principales, de acuerdo con la concentración de determinadas estructuras de la nefrona:

- Corteza: localizada en la zona externa del riñón, contiene todos los glomérulos, la mayor parte de los túbulos contorneados proximales principalmente por las asas, es de aspecto café rojizo y granular debido a la abundancia de capilares (21).
- Médula: es la región más profunda, está constituida principalmente por las asas de Henle y por los conductos colectores dispuestos en forma paralela. A simple vista presenta estructuras denominadas pirámides, cuyos extremos se abren en papilas. La médula desempeña un papel importante en la concentración de orina (21).

### 2.1.2.2. Funciones del riñón

El riñón tiene un papel primordial como órgano excretor, depurador y regulador del metabolismo hidrosalino. Junto a estas funciones básicas del riñón posee otras que se dividen en:

1. Función excretora: excreción de productos resultantes del catabolismo corporal: urea y ácidos no metabolizables procedentes de proteínas, ácido úrico de ácidos nucleicos y creatinina del creatín-fosfato muscular (10).
2. Mantenimiento del volumen y composición iónica de los líquidos corporales: esta función se realiza balanceando la filtración de agua y de distintos iones como el sodio, potasio, calcio, fósforo y magnesio normaliza el volumen plasmático, la tonicidad (10).
3. Regulación del equilibrio ácido-base, a través de la excreción de iones hidrógeno y otros compuestos como ácidos no metabolizables, procedentes del catabolismo de aminoácidos azufrados.
4. Función detoxicante: biotransformación y eliminación de componentes extraños al organismo como fármacos y toxinas (22).
5. Función endocrina:
  - a. Síntesis de eritropoyetina, hormona estimulante de la producción de hematíes por la médula ósea (23).
  - b. Síntesis de 1.25 Dihidroxicolecalciferol (vitamina D<sub>3</sub>) en el túbulo proximal por acción de la enzima 1  $\alpha$ - hidroxilasa en el carbono 1 y 25-hidroxicolecalciferol sintetizado a nivel hepático. Esta sustancia es clave en el metabolismo del calcio (23).
  - c. Síntesis de renina-angiotensina-aldosterona, un control principal de la presión arterial (23).
6. Función metabólica: los riñones desempeñan un importante papel en varios procesos metabólicos. Son el sitio activo del metabolismo del nitrógeno. Ciertos aminoácidos son desaminados allí produciendo amoníaco, que es el principal amortiguador de los iones de hidrógeno en la orina, y de él depende en gran parte la capacidad de los riñones para regular la acidez de los líquidos corporales.

- a. Gluconeogénesis, al sintetizar glucosa a partir de aminoácidos y otros precursores en situaciones de ayuno prolongado, por lo que contribuye de manera importante al mantenimiento de la glucemia (24).

## 2.2. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

### 2.2.1. Enfermedad Renal

En la fisiología normal del organismo los riñones cumplen importantes tareas, entre estas las más importantes serán las funciones endocrinas, de excreción y funciones metabólicas; la alteración de cualquiera de estas funciones darán como resultado una insuficiencia renal que puede ser de dos clases (25):

- Enfermedad Renal Aguda: Es reversible, caracterizada por la acumulación de productos nitrogenados como la urea y la creatinina, provoca un desequilibrio entre el agua y electrolitos, además del deterioro acelerado de la función renal. Entre sus causas se mencionan la Glomerulonefritis, Nefritis intersticial, Necrosis tubular, Anormalidades del desarrollo y tumores.
  - Los pacientes con insuficiencia renal aguda presentan un estado hipercatabólico que se caracteriza inicialmente por el aumento de consumo del oxígeno, glicógeno y carbohidratos almacenados, por último se produce un aumento de la gluconeogénesis, productos cetónicos, grasas y proteínas (26).
- Enfermedad Renal Crónica: Es persistente, como su nombre lo dice se caracteriza por una falla renal crónica y al igual que la anterior, presenta una alteración en el equilibrio entre agua y electrolitos. Su principal manifestación es la malnutrición calórica proteica, ocasionando serias alteraciones metabólicas.
  - Los pacientes con insuficiencia renal crónica presentan una alteración calórica proteica ocasionando el aumento de citoquinas y factores neuroendocrinos, las alteraciones iónicas y los productos nitrogenados acumulados ocasionarán trastornos gastrointestinales que se manifestarán con náuseas, vómitos y pérdida de apetito (27).

### 2.2.2. Enfermedad Renal Crónica

En la nomenclatura nefrológica actual, el término Insuficiencia Renal Crónica ha quedado fuera de uso, siendo reemplazado por Enfermedad Renal Crónica (28).

- Enfermedad Renal Crónica (ERC) es tener una Velocidad de Filtración Glomerular (VFG)  $<60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$ , y/o la presencia de daño renal, independiente de la causa, por 3 meses o más.
- Una VFG  $<60 \text{ ml/min/1.73m}^2$  por sí sola define ERC, porque implica la pérdida de al menos la mitad de la función renal, lo que ya se asocia a complicaciones.
- Si la VFG es mayor o igual a  $60 \text{ ml/min/1.73m}^2$ , el diagnóstico de ERC se establece mediante evidencias de lesión renal, que puede ser definido por:
  - Alteraciones urinarias (albuminuria, micro-hematuria)
  - Anormalidades estructurales (por ejemplo: imágenes renales anormales)
  - Enfermedad renal genética (riñones poliquísticos)
  - Enfermedad renal probada histológicamente

El requerimiento de un período mínimo de 3 meses en la definición de ERC implica que las alteraciones deben ser persistentes y habitualmente serán progresivas (16).

#### 2.2.2.1. Clasificación

En los últimos años las guías de la Kidney/Dialysis Outcome Quality Initiative (K/DOQI guideline) clasifica la ERC en cinco estadios (29) según la tasa de filtración glomerular estimada (TFGe) el ritmo al que los riñones filtran los desechos (Figura 1). Los estadios 1 y 2 son fases iniciales con marcadores como proteinuria, hematuria o aspectos anatómicos. Los estadios 3 y 4 se consideran avanzados. El estadio 5 conduce a la muerte, a no ser que se inicie la diálisis o el trasplante (15).






Estadio	TFGe	Descripción
	90-130 ml/min	Lesión renal, pero función renal normal o aumentada
	60-89 ml/min	Reducción leve de la función renal
	30-59 ml/min	Reducción moderada de la función renal
	15-29 ml/min	Reducción grave de la función renal
	Inferior a 15 ml/min	Insuficiencia renal que requiere diálisis, trasplante o tratamiento médico (muerte con dignidad)

Figura 1. Estadios de la enfermedad renal crónica (15)(13)

#### 2.2.2.2. Etiopatogenia

Diversas enfermedades pueden afectar a los riñones, las mismas que pueden o no dejar un daño estructural. Una vez producido el daño, se observa una progresión de la enfermedad renal que habitualmente es constante, irreversible e independiente del insulto inicial. La teoría que mejor explica este comportamiento se denomina ‘del glomérulo hiperfiltrante’, la que sugiere que la pérdida de masa renal produce un incremento de la filtración glomerular en los glomérulos remanentes. Este cambio en la hemodinámica glomerular se considera una respuesta de adaptación para evitar la disminución de la tasa de filtración

glomerular pero, por otro lado, ocasiona la pérdida progresiva de la función renal y la progresión de la enfermedad (30).

Existe un incremento de diversas hormonas debido al deterioro en el aclaramiento de las mismas por los riñones. Entre las que destacan la hormona paratiroidea (PTH), leptina, glucagón, insulina, hormona del crecimiento (GH), prolactina, hormona luteinizante y, en ocasiones, hormona folículoestimulante (FSH) y gastrina. El incremento en la GH se acompaña de resistencia a su actividad, asimismo hay resistencia para la actividad del factor 1 de crecimiento similar a la insulina (IGF-I), disminuyendo la síntesis muscular. El incremento en el glucagón produce resistencia a la acción periférica de la insulina.

De las hormonas sintetizadas por el riñón, la eritropoyetina y 1.25 dihidroxicolecalciferol disminuyen en el plasma, la primera ocasiona anemia, mientras que la segunda desencadena un incremento en la secreción de PTH. Al reducirse la absorción intestinal de calcio se produce resistencia a la acción de PTH en el hueso. Estas alteraciones promueven hipocalcemia y contribuyen al desarrollo de hiperparatiroidismo.

Los riñones sanos mantienen al sodio en equilibrio, cuando los aportes de este electrólito aumentan, la excreción urinaria de sodio se eleva de manera proporcional en un periodo de tres días. Una vez que cae la TFG, disminuye la habilidad de las nefronas para mantener el equilibrio de sodio a través de su excreción. En la ERC temprana se produce una disminución en la fracción de reabsorción de sodio en los túbulos renales y un aumento en la fracción de excreción. Cuando la TFG es menor de 10 mL/min no ocurre una excreción adecuada de sodio, siendo necesario mantener el equilibrio de sodio y agua, igualando los ingresos de la dieta con los egresos.

El potasio (K) también se modifica en la ERC. Los riñones regulan su equilibrio a través de la excreción en cantidades iguales a las absorbidas en el tracto gastrointestinal. Del potasio ingerido es normal que se absorba entre 90 a 95%, eliminándose el resto en las deposiciones. Cuando la TFG disminuye, la capacidad de secreción tubular de potasio también se reduce, ocurriendo una adaptación renal para mantener el equilibrio de K mediante el aumento en la cantidad de secreción tubular y de excreción en las heces. De 20 a 50% del K ingerido puede aparecer en las deposiciones cuando la TFG cae por debajo de 5%. Estas dos adaptaciones son suficientes para mantener el equilibrio de K con

ingestas normales cuando la TFG es mayor de 10 mL/min y los pacientes tienen un gasto urinario mayor de 1000 mL por día. Una vez que la TFG cae por debajo de 10 mL/min y el paciente está oligúrico, es necesario restringir el aporte dietético de este electrólito. Los riñones filtran casi 7 g de fósforo al día, de los cuales, 80 a 90% son reabsorbidos por los túbulos renales y el fósforo restante se excreta en la orina.

En las fases iniciales de la ERC, la hiperfosfatemia se previene mediante un aumento adaptativo en la excreción renal de fosfatos y una disminución de la reabsorción tubular. No es sino hasta que la TFG cae por debajo de 20 mL/min cuando la hiperfosfatemia es evidente.

Mientras el fosfato se retiene y las concentraciones séricas incrementan, los valores séricos de calcio disminuyen como resultado de la precipitación de la sal calcio-fosfato y su depósito en huesos y tejidos blandos. Las concentraciones bajas de calcio estimulan la secreción de la PTH, que disminuye la reabsorción tubular de fosfatos y aumenta la reabsorción ósea de calcio. La homeostasis entre calcio y fósforo se alcanza a expensas de concentraciones elevadas de PTH. A medida que la patología progresa, el riñón dañado no responde a la PTH para la excreción aumentada, acumulándose el fósforo, siendo necesaria la restricción de este nutrimento, con la prescripción ocasional de algunos fármacos que previenen la absorción gastrointestinal del fósforo de la dieta, llamados quelantes de fosfato (31).

### 2.2.2.3. Factores de riesgo de la enfermedad renal crónica

El modelo conceptual continuo de la ERC (32) incluye factores de riesgo para cada una de sus fases, que se clasifican en factores de susceptibilidad, iniciadores, de progresión y de estadio final (Tabla 1). Algunos factores de riesgo pueden ser a la vez de susceptibilidad, iniciadores y de progresión, como por ejemplo la HTA.

Tabla 1. Factores de riesgo de la ERC (33)

<b><i>Factores de susceptibilidad: incrementan la posibilidad de daño renal</i></b>
Edad avanzada
Historia familiar de ERC
Masa renal disminuida
Bajo peso al nacer
Raza negra y otras minorías étnicas

Hipertensión arterial
Diabetes
Obesidad
Nivel socioeconómico bajo
<b>Factores iniciadores: inician directamente el daño renal</b>
Enfermedades autoinmunes
Infecciones sistémicas
Infecciones urinarias
Litiasis renal
Obstrucción de las vías urinarias bajas
Fármacos nefrotóxicos, principalmente AINE
Hipertensión arterial
Diabetes
<b>Factores de progresión: empeoran el daño renal y aceleran el deterioro funcional renal</b>
Proteinuria persistente
Hipertensión arterial mal controlada
Diabetes mal controlada
Tabaquismo
Dislipidemia
Anemia
Enfermedad cardiovascular asociada
Obesidad
<b>Factores de estadio final: incrementan la morbimortalidad en situación de fallo renal</b>
Dosis baja de diálisis (Kt/V) <sub>a</sub>
Acceso vascular temporal para diálisis
Anemia
Hipoalbuminemia
Derivación tardía a nefrología

#### 2.2.2.4. Relación de las enfermedades crónicas con la Enfermedad Renal Crónica

Factores de riesgo clásicos, como la hipertensión arterial, la diabetes, la enfermedad vascular y la dislipemia, unidos al propio envejecimiento, han conseguido cambiar la visión epidemiológica de la ERC. Son elementos altamente prevalentes, íntimamente ligados a la etiología de la ERC (34).

##### 2.2.2.4.1. Obesidad

Muchos estudios epidemiológicos han mostrado que la obesidad aumenta el riesgo de desarrollo de enfermedad renal (35).

La obesidad produce anomalías metabólicas complejas que influyen en las diversas enfermedades que afectan a los riñones. El mecanismo exacto a través del cual la obesidad

puede empeorar o generar ERC es aún poco claro. El hecho de que la mayoría de los individuos obesos nunca desarrollen ERC, indica que el aumento de peso por sí solo no es suficiente para inducir daño renal. La obesidad produce daño renal de forma secundaria ya que aumenta el riesgo de diabetes mellitus, hipertensión y daño cardiovascular, pero también produce daño renal de forma directa a través de alteraciones hemodinámicas, inflamatorias, y disregulación de factores de crecimiento y adipocitoquinas (36).

Los cambios patológicos renales que se observan en el riñón de los pacientes obesos se pueden resumir en: acumulación ectópica de lípidos y aumento de los depósitos grasos en el seno renal, el desarrollo de hipertensión glomerular e incremento de la permeabilidad glomerular generada por un estado de hiperfiltración, el cual se asocia al daño en la barrera de filtración glomerular y finalmente, el desarrollo de glomerulomegalia y glomeruloesclerosis focal y segmentaria (37).

#### 2.2.2.4.2. Diabetes Mellitus

Es un potente factor iniciador, siendo la causa más frecuente de ERC terminal. Como factor de progresión, la proteinuria condicionada por la nefropatía diabética es el principal predictor. De hecho, el grado de progresión depende directamente de la magnitud de la proteinuria: diabéticos y no diabéticos progresan igual a similares niveles de proteinuria (38).

Asimismo, en estudios poblacionales los niveles elevados de Hemoglobina Glucosilada (HbA1) se han asociado a mayor riesgo de ERC. El control de la diabetes debe ser un objetivo prioritario, especialmente en pacientes proteinúricos (39).

#### 2.2.2.4.3. Hipertensión Arterial (HTA)

La HTA es un factor que está relacionado con el inicio del daño renal y al mismo tiempo con su progresión (40).

La elevación de la presión arterial (PA) se relaciona con la progresión de la ERC a través de dos factores: 1) transmisión del incremento de la PA sistémica a la microvascularización renal, y 2) presencia de proteinuria (41).

Los mecanismos de autorregulación están alterados en diversos trastornos como la HTA, la diabetes mellitus y la ERC. En el riñón dañado, la disfunción de los mecanismos de autorregulación a nivel de la arteriola aferente da lugar a que el incremento de la PA

sistémica se transmite al interior del glomérulo. La hipertensión en el capilar glomerular está asociada con el desarrollo de esclerosis glomerular y deterioro progresivo de la función renal (41).

Por otra parte, la proteinuria, marcador de daño renal asociado con la HTA, es por sí mismo un factor de progresión de la ERC. El acúmulo de proteínas filtradas en las células tubulares activa rutas proinflamatorias, profibróticas y citotóxicas que contribuyen a la lesión túbulo-intersticial y fenómenos de cicatrización renal (42). Así, la HTA favorece la progresión de la ERC mediante el empeoramiento de la función renal y el aumento de la proteinuria. La proteinuria a su vez favorece el daño renal (42).

#### 2.2.2.4.4. Síndrome Metabólico

Estudios epidemiológicos han señalado que el Síndrome Metabólico (SM) es un factor de riesgo independiente, que incidiría en el desarrollo de daño renal crónico, existiendo además una relación gradual entre el número de componentes del SM y la prevalencia de ERC. El SM corresponde a una agrupación de factores de riesgo: Obesidad abdominal, hipertrigliceridemia, colesterol HDL bajo, elevación de la presión arterial, elevación de la glicemia en ayunas, que se asocian a un aumento del riesgo de desarrollo de diabetes mellitus y enfermedades cardiovasculares. Debido a limitaciones metodológicas de los estudios actuales, no ha sido posible demostrar si el SM es causa o efecto de ERC (43).

La evidencia actual sugiere que el SM actúa sinérgicamente aumentando el riesgo de daño renal, sin embargo aún no está claro cuales componentes serían los que tendrían un mayor valor predictivo en la aparición de la enfermedad renal. La prevalencia de microalbuminuria y/o disminución de la velocidad de filtración glomerular, aumenta progresivamente, al incrementarse el número de factores de riesgo del síndrome metabólico (44).

La insulinoresistencia es el sello del SM, y se plantea como la causa subyacente de la asociación con las alteraciones metabólicas: hiperglicemia, dislipidemia, e hipertensión arterial. La insulinoresistencia provoca hiperinsulinemia e hiperglicemia, que serían factores fundamentales en el desarrollo de la aterosclerosis, y que además podrían contribuir directamente al daño renal, debido a las alteraciones del proceso hemodinámico normal, a través de múltiples mecanismos (45).

### 2.2.2.5. Consecuencias de la ERC

Como consecuencia de la pérdida progresiva de la función renal, se van produciendo una serie de alteraciones bioquímicas (46) y se ponen en marcha una serie de mecanismos compensadores, que serán responsables de la mayoría de los síntomas de la enfermedad renal crónica. (Tabla 2).

Tabla 2. Manifestaciones clínicas y bioquímicas de la ERC (47)

<b><i>Sistema nervioso</i></b>	Encefalopatía, polineuropatía periférica, disfunción del sistema autónomo
<b><i>Sistema hematológico</i></b>	Anemia, disfunción plaquetaria, hipercoagulabilidad, Inmunodeficiencia humoral y celular: infecciones y neoplasias
<b><i>Sistema cardiovascular</i></b>	Hipertensión, miocardiopatía, cardiopatía isquémica, pericarditis, vasculopatía periférica, accidentes cerebrovasculares
<b><i>Aparato osteoarticular</i></b>	Enfermedad ósea de remodelado alto, enfermedad ósea de remodelado bajo, amiloidosis por depósitos de B2microglobulina, artritis gotosa
<b><i>Sistema respiratorio</i></b>	Derrame pleural, edema pulmonar, calcificaciones pulmonares
<b><i>Sistema digestivo</i></b>	Anorexia, náuseas, vómitos, ascitis, angiodisplasia de colon, diverticulitis, alteraciones en la microbiota intestinal
<b><i>Estado nutricional</i></b>	Desnutrición
<b><i>Sistema endocrino y metabolismo</i></b>	Hiperinsulinemia, resistencia periférica a la insulina, alteración de: glucagón, TSH, T3, T4, cortisol, LH, FSH, prolactina, GH y leptina
<b><i>Esfera sexual</i></b>	Disfunción eréctil, amenorrea
<b><i>Piel</i></b>	Prurito, hiperpigmentación, xerosis, pseudoporfiria, foliculitis perforante calcifilaxis
<b><i>Psicológicas</i></b>	Depresión
<b><i>Bioquímicas</i></b>	Retención azohados (urea, creatinina), hiperuricemia, hiponatremia, hipernatremia, hiperpotasemia, hipopotasemia, acidosis metabólica Alcalosis metabólica, hipocalcemia, hiperfosfatemia, alteración de enzimas cardíacas, hepáticas, pancreáticas y tumorales.

### 2.2.3. TAMIZAJE Y VALORACIÓN NUTRICIA DE LA ERC

La ERC es una enfermedad progresiva, que en las fases iniciales del proceso no suele presentar manifestaciones clínicas y solo cuando la ERC está muy avanzada aparecen los síntomas urémicos característicos. Por lo tanto el manejo del paciente debe ser global y adaptarse a cada una de las fases de enfermedad renal, de tal modo que en las primeras se debe enfocar el tratamiento en evitar la progresión de la enfermedad y en las fases avanzadas tratar las complicaciones que van apareciendo (13).

#### 2.2.3.1. Herramientas de Tamizaje

La Sociedad Americana de Nutrición Parenteral y Enteral (ASPEN, por sus siglas en inglés) define al tamizaje nutricional como “el proceso que se utiliza para identificar en el paciente características que se relacionan con problemas de nutrición”. Su propósito es distinguir con rapidez a los individuos desnutridos o en riesgo nutricional (valorando pérdida de peso, cambios en la ingesta de alimentos, presencia de patología crónica, incremento en los requerimientos energéticos y de nutrimentos, entre otros); entendiendo por riesgo nutricional “la probabilidad de mejor o peor evolución debida a factores nutricionales y que puede ser modificado mediante una intervención nutricional”. La implementación del tamizaje permitirá identificar a los individuos que se verían beneficiados de una terapia médico-nutricional, para la cual se debe realizar una evaluación del estado nutricional.

Diversas herramientas de tamizaje se han validado para pacientes con enfermedad renal crónica:

- ***Valoración global subjetiva (VGS: Subjective Global Assessment).***

La VGS fue desarrollada por Detsky et al. en 1987 (48). En ella se consideran cinco variables: modificaciones en el peso corporal, cambios en la ingesta dietética, síntomas gastrointestinales, capacidad funcional y demandas metabólicas en función de la patología. En cuanto al examen físico se consideran pérdida de grasa subcutánea, pérdida muscular, presencia de edema y ascitis. La VGS categoriza al paciente como: bien nutrido (A), sospecha de malnutrición o malnutrición moderada (B) y malnutrición severa (C). La puntuación se realiza en base a una ponderación subjetiva de cada variable considerada.

La VGS detecta mejor la desnutrición establecida que el riesgo de esta, por lo que es más una herramienta de diagnóstico nutricional que de tamizaje. La VGS da mayor énfasis a los ítems: pérdida de peso, pérdida grasa subcutánea y masa muscular, ingesta dietética, por lo que carece de sensibilidad para detectar alteraciones agudas del estado nutricional (49).

Es la herramienta de tamizaje propuesta por las guías K/DOQI y las guías europeas de nutrición renal (EBPG) (50)(16).

- ***Instrumento universal para el cribado de la malnutrición (MUST)***

El MUST fue desarrollado por el Malnutrition Advisory Group (MAG) de la Asociación Británica de Nutrición Enteral y Parenteral (BAPEN) en el año 2003. Ha sido diseñado para identificar a adultos malnutridos o con riesgo de malnutrición (desnutrición y obesidad). Consta de 5 pasos. Las variables incluidas son: Índice de Masa Corporal (IMC), pérdida de peso involuntaria en 3 a 6 meses y el efecto de la enfermedad aguda. Inicialmente fue desarrollada para su uso en la comunidad y es recomendado por la ESPEN para ser utilizada también en pacientes hospitalizados. Se asocia con el aumento de la estancia hospitalaria y mayor mortalidad (corregida por la edad) (51).

- ***Detección de riesgo nutricional (NRS-2002)***

La sigla NRS proviene del inglés Nutrition Risk Screening 2002. Es una herramienta de tamizaje, propuesto por Kondrup y colaboradores en el 2003 para utilizarse en el ámbito hospitalario, es recomendado por la ESPEN, ha sido validado en países europeos y orientales, presenta una especificidad y sensibilidad >80% en pacientes de distintas patologías y edades, así como en mayores de 60 años. Este cuestionario consta de 2 etapas de valoración en las cuales reúne datos del IMC, pérdida de peso, ingesta energética y severidad de la enfermedad de base a fin de tomar en cuenta todas las características iniciales del paciente para que puedan entrar en una de las categorías de diagnóstico (52). Se ha documentado que es capaz de predecir mortalidad, morbilidad y mayor estancia hospitalaria en pacientes hospitalizados en riesgo de desnutrición (53).

#### 2.2.4. Evaluación del estado nutricional

La evaluación del estado nutricional tiene por finalidad identificar las causas de riesgo o deterioro del estado nutricional, para ayudar a definir el tratamiento específico y

determinar las necesidades de cada nutrimento. Para prevenir la desnutrición es importante evaluar el estado nutricional de forma completa en el paciente con ERC, de manera independiente de la etapa en la que se encuentre.

Quienes requieren tratamiento sustitutivo se deben evaluar al comienzo del programa de hemodiálisis o diálisis peritoneal, y después de forma rutinaria cada tres meses.

La evaluación del estado nutricional utiliza cinco rubros: antropométrico, bioquímico, clínico, dietético y estilo de vida (16).

#### 2.2.4.1. Antropometría (peso y talla)

En el paciente con ERC el estado de hidratación puede afectar de manera significativa la evaluación antropométrica, dificultando la evaluación del peso corporal del paciente debido a ascitis o edema. En esta población, el peso debe evaluarse con cuatro indicadores: porcentaje de peso habitual (%PH), porcentaje de peso teórico (%PT), porcentaje de pérdida de peso (%PP) e IMC. Se recomienda la evaluación cada mes para %PH y cada cuatro meses para %PT.

Una de las limitantes en la interpretación del peso es que no existen en la literatura estándares de referencia para población con ERC, y las recomendaciones de peso teórico y de IMC no son extrapolables a esta población, siendo de suma importancia que el profesional de la nutrición utilice el juicio clínico para decidir qué medida utilizará.

En pacientes en tratamiento sustitutivo, el peso después de la sesión HD, se considera “peso seco”. Este peso se evalúa en función del que solía tener el paciente, es decir, se compara contra su propio peso, calculando el %PH.

La guía National Kidney Foundation- Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (NKF-KDOQI) sugiere realizar el cálculo del peso ajustado libre de edema (PALE) en aquellos pacientes con un % de PT menor de 95 o mayor de 115. De lo contrario, el peso actual debe utilizarse para realizar los cálculos de requerimientos (16).

#### 2.2.4.2. Biomarcadores

La evaluación de las pruebas de laboratorio proporcionan datos objetivos respecto al estado nutricional del paciente con ERC. Los métodos bioquímicos son más sensibles que los antropométricos y pueden detectar problemas nutricionales en una etapa más

temprana. Estos tienen limitaciones y pueden verse afectados por estados mórbidos como las afecciones hepáticas y el estado de hidratación (54).

- ***Albúmina sérica***

Es una medida válida y clínicamente útil del estado nutricional de los pacientes renales crónicos. La albúmina es uno de los marcadores más importantes de malnutrición calórica proteica en pacientes con ERC (30).

Aunque la albúmina tenga una alta especificidad, su sensibilidad para el diagnóstico de desnutrición es baja, porque sus niveles pueden verse alterados por otras causas además del déficit nutricional. La albúmina tiene una vida media de 14 a 20 días y una distribución importante en el organismo (4 a 5 mg/kg), por lo que hace que responda lentamente a las alteraciones de las reservas de proteínas viscerales. Por lo tanto, la albúmina es un marcador tardío de desnutrición. Además, la hipoalbuminemia de los pacientes en diálisis puede ser un marcador de inflamación y no de desnutrición (55).

- ***Prealbúmina sérica***

Representa una vida media de dos a tres días con una concentración normal de >30 mg/dL. Una menor distribución en el organismo, se anticipa que la prealbúmina podría ser un indicador más sensible del estado nutricional que la albúmina. Se utilizó como marcador del estado nutricional proteico-energético de individuos en enfermedad renal y sin ella. Sin embargo, la prealbúmina puede no correlacionarse con alteraciones de otros parámetros nutricionales y es una proteína negativa en la reacción de fase aguda, es decir, sus niveles disminuyen en respuesta a una inflamación o infección. En la ERC, las concentraciones están aumentadas, probablemente debido a la disminución del catabolismo y de la excreción (54)(55).

- ***Urea sérica***

La determinación de urea es útil para la vigilancia de la ingesta proteínica actual del paciente. Valores disminuidos se relacionan con un consumo inadecuado de proteínas, así como con mayor mortalidad. Si la ingesta proteínica no se correlaciona con lo observado en el diario de alimentos, debe comentarse la situación con el equipo médico para ajustar las dosis de diálisis. El nitrógeno ureico en sangre (BUN) es un producto de desecho

producido por la descomposición de proteínas, se elimina del cuerpo por la orina, de modo que al disminuir la función renal, aumenta su valor. En pacientes en HD se puede observar un BUN bajo en quienes no consumen la ingesta recomendada de proteínas, y un BUN elevado en aquellos que excedan la recomendación o que están infradiálizados (16).

- ***Creatinina sérica e Índice de creatinina***

La creatinina se emplea como un parámetro de tamizaje nutricional en pacientes en tratamiento sustitutivo. Las concentraciones prediálisis reflejan la sumatoria de la creatinina de origen dietético, y de la formada de manera endógena en el músculo esquelético. Disminuciones en las concentraciones prediálisis a lo largo del tiempo representan una pérdida de músculo esquelético. Se ha documentado la menor mortalidad en pacientes con cifras de 9 a 11 mg/decilitro. Las guías KDOQI recomiendan cifras cercanas a 10 mg/decilitro (55).

El índice de creatinina evalúa la producción de creatinina, por lo tanto, la ingesta proteica y la masa muscular. La estimación de la masa corporal sin grasa a partir del índice de creatinina es relativamente precisa en los individuos con ERC.

Tanto la creatinina sérica como el índice de creatinina son predictores de la evolución clínica en la diálisis (30).

- ***Transferrina sérica***

La transferrina es una proteína transportadora de hierro, con una vida media de 8 a 12 horas y una distribución corporal pequeña, la transferrina puede reaccionar con mayor rapidez ante las alteraciones del estado proteico cuando se la compara con la albúmina. En la ERC, la transferrina es utilizada principalmente para evaluar las reservas de hierro. Es importante reconocer que la reducción de los niveles plasmáticos de transferrina en los pacientes renales crónicos puede ser frecuente, independientemente del estado nutricional (54). Diversos aspectos presentes en el paciente con ERC pueden afectar sus concentraciones, como suplementación con hierro, pérdidas proteínicas en el síndrome nefrótico, inflamación, insuficiencia hepática, así como algunos trastornos gastrointestinales, por lo que no se recomienda esta proteína para evaluar el estado nutricional (17).

- ***Colesterol sérico***

Concentraciones disminuidas de colesterol total se correlacionan también con los marcadores del estado proteínico y en algunos estudios con mayor mortalidad. La hipocolesterolemia (menor de 150 mg/dL) se considera un indicador de consumo inadecuado de energía y proteína. Se ha observado la menor mortalidad en pacientes con concentraciones de 200 a 220 mg/decilitros (16).

Hay indicios de que los pacientes en hemodiálisis crónica que muestran niveles de colesterol en franja inferior de la normalidad presentan mayor mortalidad que aquellos con niveles más altos. Como indicador del estado nutricional proteico-energético, la concentración sérica de colesterol es poco sensible y no específica y debe ser usada apenas como instrumento de clasificación nutricional (54).

- ***Bicarbonato sérico***

El aumento de la concentración de hidrogeniones en la sangre caracteriza un estado de acidemia, la cual puede determinarse mediante el bicarbonato sérico o el pH sanguíneo. En pacientes en diálisis crónica se demostró una correlación entre el bicarbonato y el nivel de albúmina. Se postuló que la corrección de la acidemia aumenta el ingreso y disminuye la salida de aminoácidos de cadena ramificada de las células, aumenta la albúmina, reduce el índice de degradación proteico y eleva las concentraciones plasmáticas de aminoácidos de cadena ramificada y de aminoácidos esenciales. También se informó que el aumento de bicarbonato plasmático incrementa el peso corporal, la circunferencia del brazo y el espesor cutáneo del tríceps (54).

- ***Factor de crecimiento insulinosímil 1 (IGF – 1)***

Es una proteína bastante influida por la ingesta proteico-energética. Dado que posee una vida media de 2 a 6 horas, se la considera un mejor marcador del balance nitrogenado. Una concentración sérica de IGF-1 inferior a 200 ng/mL se asocia por lo general con otros signos de nutrición inadecuada. En estudios longitudinales, los niveles bajos permiten prever prospectivamente alteraciones de otros parámetros nutricionales, específicamente de la albúmina en los pacientes en hemodiálisis crónica (54).

### 2.2.4.3.COMPOSICIÓN CORPORAL

- ***Bioimpedancia eléctrica***

Uno de los métodos más utilizados en los últimos años para evaluar la composición corporal y el estado de hidratación es la bioimpedancia eléctrica (BIA), que ocupa un lugar destacado por su sencillez, costo, inmediatez, capacidad de repetición e inocuidad para el paciente que se examine. En la actualidad, se dispone de tres sistemas diferentes para el análisis de BIA: los basados en fórmulas, la impedancia vectorial y la impedancia espectroscópica (BIS). Los dos primeros se basan en los modelos de monofrecuencia, mientras que la BIS lo hace en el modelo de multifrecuencia. El conocimiento de este último aspecto es fundamental para la valoración clínica antes y después del tratamiento sustitutivo, procurando mantener el estado de hidratación próximo al ideal. Otro parámetro que arroja el equipo es el ángulo de fase, el cual está formado por la resistencia (dada por el contenido de agua) y la reactancia (capacidad de las células para almacenar energía). Este ángulo, que por lo común es inferior a  $10^\circ$ , da una idea indirecta de la masa celular, estudiándose como un buen parámetro de nutrición, empleándose como marcador de supervivencia, sin existir un punto de corte internacional (16).

Desde el punto de vista eléctrico, el organismo se comporta como un cilindro o suma de cilindros conductores. La BIA está basada en la oposición que cualquier organismo presenta al paso de una corriente eléctrica alterna, que habitualmente se emite y se recibe en los extremos de los cilindros, es decir, en la muñeca y en el tobillo indistintamente. La impedancia ( $Z$ ) es el resultado de dos componentes: la resistencia ( $R$ ) al paso de la corriente, que viene dada principalmente por el contenido de agua, que es un excelente conductor, de tal modo que cuanto mayor es su contenido, menor es la  $R$  y viceversa. Esto permite analizar el estado de hidratación y distinguir tejidos con gran cantidad de agua como el músculo y tejidos con poca cantidad de agua, como la grasa, el pulmón o el hueso. El segundo componente es la reactancia ( $X_c$ ), que determina la capacidad de las células para almacenar energía, ya que se comportan como condensadores eléctricos al paso de una corriente eléctrica, donde las membranas celulares actúan como conductores y el contenido celular actúa como dieléctico, que es donde se almacena la carga una vez que se hace pasar la corriente (56).

El estado nutricional es un factor que condiciona de forma importante la mortalidad de los pacientes con ERC. La determinación de la composición corporal con BIA y sus cambios con el tiempo son marcadores de morbimortalidad que pueden ayudar a detectar precozmente cambios reversibles en los pacientes. Además, permite diferenciar la masa magra de la masa adiposa, que tienen significados diferentes en la evolución de los pacientes y son un valor añadido importante sobre la determinación clásica del índice de masa corporal (56).

La BIA como método para determinar el volumen de distribución de urea ( $V_{urea}$ ) mediante la medición del agua corporal total (TWB), ha sido estudiada en el ámbito mundial en pacientes con ERC en programa de HD. En tales estudios, se han utilizado ecuaciones de regresión con base en la resistencia marcada por los líquidos corporales, demostrado ser el método más veraz para la estimación del TWB, comparado con otros métodos que incluyen fórmulas antropométricas en personas sanas, obesas y pacientes con ERC (57).

La evidencia existente es favorable para el uso de los equipos de BIA, por lo que se concluye que si es confiable el uso de equipos de impedancia bioeléctrica en pacientes con ERC para su evaluación del estado de hidratación, masa grasa y masa magra para determinar el estado nutricional de los pacientes nefrópatas (58).

- **Ángulo de fase**

La impedancia ( $Z$ ), medida en ohmios, es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de la resistencia ( $R$ ) y la reactancia ( $X_c$ ) y es dependiente de la frecuencia. La  $R$  es la oposición pura de un conductor biológico al flujo de una corriente eléctrica alterna, mientras que la  $X_c$  es el efecto de la resistencia debido a la capacitancia, almacenamiento de carga eléctrica en un condensador, producida por las interfaces de los tejidos y las membranas celulares. La capacitancia hace que la corriente deje atrás la tensión, creando un cambio de fase. Este cambio se cuantifica geométricamente como la transformación angular de la relación de la  $X_c$  a la  $R$ , o el ángulo de fase (59).

El ángulo de fase (AF) es una medida obtenida desde la relación entre las medidas directas de  $R$  y  $X_c$ :  $\text{Ángulo de fase} = \arctan(\text{reactancia} / \text{resistencia}) \times 180 / \pi$ . Por lo tanto,

el AF, por una parte es dependiente de la capacitancia de los tejidos (Xc) asociado con la celularidad, tamaño de la célula, e integridad de la membrana celular, y por otro lado del comportamiento de la R, que depende principalmente de la hidratación de los tejidos(60). Estudios tienen sugerido que este parámetro puede ser una herramienta sensible para evaluar el estado nutricional y la efectividad de las intervenciones dietoterápicas por el hecho de poder prever la masa corporal de células. Valores bajos del AF están asociados significativamente con riesgo nutricional, pudiendo indicar peor pronóstico en diversas situaciones clínicas, en que la integridad de la membrana celular es comprometida y alteraciones en el equilibrio de fluidos son notadas. En la práctica clínica, diagnosticar a los pacientes con desnutrición adecuada y precozmente puede facilitar la intervención nutricional e influenciar positivamente su evolución clínica (61).

- ***DEXA (Absorciometría de Rayos X de doble energía corporal total)***

La absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA) mide los tres compartimentos corporales de masa grasa, masa corporal magra y contenido óseo. DEXA es el método se ha atribuido a ser altamente preciso y se recomienda como una técnica válida por las guías de práctica clínica para la nutrición en pacientes con enfermedad renal crónica.(62)

Se trata del *gold standard* para la determinación de la composición corporal. Este método ha sido validado para la población con ERC y diálisis.(63)

#### 2.2.4.4. INDICADOR DIETÉTICO

Las guías K/DOQI (64) recomiendan el registro dietético para medir la ingesta de proteínas, calorías y nutrientes; y como ayuda para identificar ingestas inadecuadas. La credibilidad de los datos recogidos en las encuestas se ha puesto en entredicho, aunque la declaración de la ingesta en series publicadas en países y áreas geográficas distintas, resulta bastante similar (63).

*Historia dietética:* debe ser realizada por un dietista-nutricionista o en su defecto por un profesional entrenado, en una consulta con ambiente relajado y dedicándole el tiempo necesario (entre 30 y 90 min en la primera visita y 45-60 min en las sucesivas). En esta entrevista se ahonda en aspectos sobre hábitos de vida, sociales y gastronómicos que puedan determinar la nutrición del paciente (situaciones de riesgo de desnutrición específica y/o general) (65).

Existen 3 métodos bien definidos para evaluar la ingesta de los pacientes con ERC:

- **Registro dietético de 24 horas** (66): Se realiza una entrevista donde se recoge la ingesta realizada durante las 24 horas previas a la misma. La principal ventaja de este método es la rapidez en su realización y el fácil recuerdo de la ingesta por el paciente. Este método extrapola la ingesta de un día como la ingesta habitual del sujeto. Poco útil en pacientes en hemodiálisis, donde la ingesta varía de un día a otro.
- **Diario dietético o Registro alimentario de 3 días** (67): Deben de ser recogidos durante 3-7 días, incluyendo un día de hemodiálisis si es el caso y un día de fin de semana. Para su correcta interpretación, es preciso hacer una entrevista nutricional que analice el registro. Los programas informáticos ayudarán a calcular la composición de los alimentos a partir de tablas estándar. Las limitaciones fundamentales incluyen la adherencia a las instrucciones dadas para su implementación, olvidos en el registro de ciertos alimentos y la imposibilidad de detectar variaciones estacionales en la ingesta.
- **Cuestionario de frecuencia de consumo** (68): Se trata de un cuestionario dietético que puede realizar el paciente por sí mismo o con la ayuda de un nutricionista. Se compone de una serie de alimentos habituales en el consumo, especificando mediante preguntas la frecuencia y la cantidad de la ingesta realizada en los últimos 6 a 12 meses. Se estima la cantidad ingerida multiplicando la frecuencia por la cantidad específica para la medida aportada. La principal ventaja de este método es la posibilidad de abarcar un periodo más largo de ingesta, por lo que son muy útiles en estudios epidemiológicos, más limitado en la evaluación individual o de un grupo pequeño de sujetos.

Lo ideal es realizar los 3 métodos para obtener una valoración general de la ingesta del paciente y de sus hábitos nutricionales. Es la única fuente de información para conocer la ingesta calórica del paciente y de otros nutrientes distintos de las proteínas (69).

## 2.2.5. FACTORES DE RIESGO NUTRICIONAL

### 2.2.5.1.Desnutrición

La desnutrición calórica-proteica es un problema muy frecuente entre los pacientes en HD (6) que se estima entre el 18 y el 75% .

La desnutrición se entiende como un trastorno de la composición corporal caracterizado por un exceso de agua extracelular, asociado con frecuencia a disminución del tejido muscular y grasa, hipoproteinemia y déficit de potasio, que interfiere con la respuesta normal del huésped a su enfermedad y tratamiento. La «desnutrición calórica-proteica» se produce cuando las necesidades diarias no son cubiertas por la dieta. Revierte en muchos casos con la recuperación de la ingesta y la resolución del problema de base. La desnutrición calórica-proteica puede dividirse en tres grandes síndromes clínicos (70):

- ***Marasmo o desnutrición calórica:*** se desarrolla de forma gradual tras meses o años de ingreso energético insuficiente. El paciente aparece caquéctico, con pérdida generalizada de masa muscular y ausencia de grasa subcutánea. El resultado es un síndrome de consunción generalizado (síndrome de emanciamiento), con importante pérdida peso, reservas generalmente normales de proteínas viscerales y empeoramiento de las medidas antropométricas.
- ***Kwashiorkor, desnutrición proteica o hipoalbuminémica:*** su inicio y su desarrollo son mucho más rápidos y es modulada por hormonas y citocinas que actúan disminuyendo los depósitos orgánicos de proteína visceral. Intervienen citocinas como interleucina(IL)-1 y factor de necrosis tumoral (TNF) que median en la respuesta inmune del huésped al estrés y producen cambios en los reactantes de fase aguda, como el fibrinógeno a expensas de albúmina. El descenso en la producción, junto con un exacerbado catabolismo, conduce a una marcada hipoalbuminemia. Recientemente se ha implicado a la microbiota intestinal en el Kwashiorkor.
- ***Mixta:*** muy frecuente en el paciente hospitalizado. Suele darse en aquellos sujetos previamente desnutridos que sufren un proceso agudo intercurrente provocando una desnutrición calórico-proteica.

La característica fundamental de la desnutrición es un descenso de peso. La supervivencia durante el ayuno se relaciona con el volumen de almacenamiento graso existente. Los cambios en la composición corporal se reflejan como un aumento relativo del agua extravascular, descenso de los depósitos grasos y descenso de la masa magra corporal. Es importante resaltar que el peso puede aumentar durante una enfermedad aguda grave, por paso de líquidos al tercer espacio. Las alteraciones presentes en la uremia reflejan en cierta manera una desnutrición mixta, aunque cursa con una intensidad moderada y no es el resultado de un proceso agudo intercurrente, sino de una inflamación crónica de baja intensidad (70).

#### 2.2.5.1.1. Causas de desnutrición en pacientes con daño renal

Los pacientes con enfermedad renal avanzada y aquellos con tratamiento sustitutivo presentan habitualmente síntomas de desnutrición. Existen muchas causas de desnutrición en estos pacientes. La enfermedad renal se asocia con anorexia y alteraciones del gusto. Estos síntomas pueden disminuir el consumo de alimentos y, por lo tanto, favorecer la desnutrición (71).

Existe una relación fisiopatológica entre desnutrición, inflamación y aterosclerosis, pues las investigaciones sugieren que el edema puede predisponer a los pacientes con ERC a un estado catabólico y aterogénico; sin embargo la desnutrición también puede dar como resultado una inflamación crónica que acelere la progresión de la enfermedad cardiovascular. De hecho, es difícil diferenciar a los pacientes que tienen sólo desnutrición energético proteica de aquellos que tienen mezcla de inflamación y desnutrición (71).

*Tabla 3. Causas de desnutrición en pacientes nefrópatas(71)*

1. Ingestión disminuida debido a:
- Percepción alterada del gusto y presencia de anorexia
- Prescripción disminuida de proteínas en la dieta
- Enfermedades concomitantes
- Alteraciones gastrointestinales propias de la uremia
- Depresión emocional
- Pérdida de piezas dentales
- Pobreza
2. Metabolismo renal anormal de nutrientes y hormonas:
- Aminoácidos, insulina, hormona del crecimiento
3. Metabolismo mineral alterado

4. Pérdidas de nutrientes en el dializado
5. Catabolismo aumentado en la hemodiálisis
6. Acidosis metabólica
7. Frecuentes enfermedades concomitantes

#### 2.2.5.2.SÍNDROME DE DESGASTE PROTEÍCO ENERGÉTICO

El término «*wasting*» o «*desgaste*» fue propuesto por la OMS en 1988 y se define como una pérdida involuntaria de peso superior al 10 % del basal en ausencia de infección oportunista, enfermedad tumoral o diarrea crónica. Es un síndrome multifactorial y en ocasiones es difícil conocer la causa principal. Se caracteriza por pérdida desproporcionada de masa magra debido a alteraciones específicas en el metabolismo, como parte de un mecanismo de defensa del organismo en respuesta a una situación de estrés. Esta situación mantenida conduce a una depleción de proteínas, sobre todo del músculo esquelético, y no se recupera con la ingesta, ya que todo el proceso es debido a cambios metabólicos celulares (70).

El descubrimiento en los últimos 15 años de los mecanismos fisiopatológicos que desencadenan este proceso, tales como la anorexia, el aumento del catabolismo proteico y la inflamación, ha generado la necesidad de una nueva denominación por la Sociedad Internacional de Nutrición Renal y Metabolismo (ISRNM): *protein-energy wasting syndrome* (PEW) (72).

El concepto Síndrome de Desgaste Proteico Energético (DPE) va más allá de la simple desnutrición. Es el resultado de múltiples mecanismos inherentes a la enfermedad renal: inflamación, comorbilidades, alteraciones hormonales, la propia diálisis, la toxemia urémica, así como la disbiosis intestinal que existe en el paciente nefrópata (73).

La terminología de DPE evita la inclusión de términos como desnutrición o catabolismo, con el fin de no dar más importancia a uno de los componentes. Y es que, en estas alteraciones, tanto la desnutrición como el catabolismo muscular confluyen y están fisiopatológicamente relacionados, por lo que es difícil diferenciar uno del otro en la práctica clínica. Así, DPE implica tanto la pérdida acelerada de proteínas (músculo) como de energía (grasa). Dada la dificultad que entraña su empleo en la práctica clínica, no todos los estudios de investigación usan la misma definición de DPE. Para definir DPE existen

cuatro grupos de parámetros a evaluar: bioquímica, análisis corporal, masa muscular-fuerza muscular e ingesta dietética (72)(73).

#### 2.2.5.2.1. Mecanismos implicados en el desgaste proteico energético (DPE)

Las alteraciones implicadas en la malnutrición de la insuficiencia renal han sido recientemente revisadas por la ISRNM (74). La anorexia y el aumento del catabolismo proteico dan lugar a un desequilibrio energético, con un resultado final de un aumento del gasto energético y del consumo de las fuentes de almacenamiento energético (70).

Otros mecanismos fisiopatológicos implicados en el DPE de la ERC son la acidosis metabólica, las alteraciones endocrinas, la inflamación y la activación del sistema ubiquitina-proteasoma (UPS). Simultáneamente, otros aspectos como la dieta restrictiva, la pérdida de aminoácidos y micro-macronutrientes por las técnicas de diálisis, la pérdida de sangre, la sobrecarga de volumen y otros factores psicosociales alteran el balance energético (70).

#### 2.2.5.2.2. Pérdida de masa muscular (*wasting*)

#### 2.2.5.2.3. Pérdida de masa muscular (*wasting*)

El término sarcopenia define una situación de pérdida de masa y fuerza muscular importante y de etiología multifactorial, donde puede intervenir un déficit de ingesta, alteraciones hormonales, daño neuropático, alteraciones metabólicas y presencia de toxinas urémicas (75). Representa un tipo de atrofia muscular crónica y en la ERC se asocia con DPE, limitando la autonomía del paciente y la calidad de vida. Produce compromiso de órganos vitales con deterioro respiratorio, músculo esquelético y del músculo cardíaco (76).

La disminución en la ingesta, la acidosis metabólica, la inactividad física, la diabetes y la sepsis son factores asociados en la ERC que aumentan la proteólisis muscular, mediante un aumento del catabolismo, activación de distintas señales intracelulares de apoptosis de la célula muscular y disminución en la síntesis. Varios estudios demuestran una atrofia significativa de las fibras musculares en la ERC (77) (Tabla 4).

Uno de los principales mecanismos por los que el DPE se asocia a la atrofia muscular en la uremia es el aumento del catabolismo proteico mediado por el sistema ubiquitina-

proteosoma (UPS) y la activación de la miostatina a nivel del músculo esquelético. El sistema UPS degrada proteínas musculares y la miostatina es un miembro de la familia factor de crecimiento transformante  $\beta$  que inhibe la proliferación celular y la síntesis de músculo (78).

Tabla 4. Causas de desarrollo de DPE en la ERC (70).

<p>a) Descenso de ingesta y aumento de la pérdida de nutrientes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anorexia</li> <li>- Dietas restrictivas</li> <li>- Pérdidas de aminoácidos en la diálisis</li> <li>- Pérdida de sangre</li> </ul> <p>b) Aumento de catabolismo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acidosis metabólica</li> <li>- Alteraciones endocrinas: resistencia a la insulina, hipotiroidismo, disminución de los niveles de testosterona, alteraciones en la hormona de crecimiento, IGF1</li> <li>- Inflamación, aumento de estrés oxidativo</li> <li>- Activación de sistemas proteolíticos como ubiquitina-proteasoma y caspasas</li> <li>- Acumulación de toxinas urémicas</li> <li>- Activación de citocinas proinflamatorias: IL-6, TNF-<math>\alpha</math> (caquectina), IL-1, TGF-<math>\beta</math></li> <li>- Aumento del gasto energético</li> </ul>
---

#### 2.2.5.2.4. CRITERIOS DIAGNÓSTICOS DE DESGASTE PROTEICO ENERGÉTICO

Un avance importante es la consideración del síndrome de DPE como una entidad patológica única en donde confluyen la desnutrición y el hipermetabolismo. El abordaje terapéutico eficaz del DPE no podrá llevarse solo a cabo con mera repleción nutricional, ya que persistirá la proteólisis. Un síndrome de origen multifactorial requerirá un criterio diagnóstico y una terapia integral. La ISRNM ha recomendado criterios diagnósticos (Tabla 5). Se requiere cumplir al menos un criterio en tres de las cuatro categorías propuestas (criterios bioquímicos, masa corporal, masa muscular e ingesta) (79).

Tabla 5. Criterios diagnósticos para el DPE (70).

<p>Criterios bioquímicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Albúmina sérica &lt;3.8 g/dL (determinación por verde bromocresol)</li> <li>- Prealbúmina/transferrina &lt;30 mg/dL (únicamente para pacientes en diálisis)</li> </ul>
--

- Colesterol sérico <100 mg/dL
Masa corporal
- Índice de masa corporal <23 kg/m <sup>2</sup>
- Pérdida de peso no intencionada de $\geq 5\%$ del peso en 3 meses o $\geq 10\%$ en 6 meses
- Grasa corporal <10% de la masa corporal
Masa muscular
- Pérdida de masa muscular de $\geq 5\%$ del peso en 3 meses o $\geq 10\%$ en 6 meses
- Disminución del área muscular del brazo >10% en relación con el percentil 50 de la población de referencia
- Generación/aparición de creatinina
Ingesta dietética
- Ingesta proteica medida por la tas de catabolismo proteico <0.8 g/Kg/día en diálisis o <0.6 g/Kg/día en pacientes con ERC estadios 2-5
- Gasto energético calculado <25 kcal/Kg/día durante al menos 2 meses

### 2.2.5.3. CAQUEXIA

Actualmente, la definición consensuada de caquexia señala que ésta es "un síndrome metabólico complejo asociado a una enfermedad subyacente caracterizada por la pérdida de músculo con o sin masa grasa. Su característica prominente es la pérdida de peso en adultos (corregido por retención de líquidos) o la falta de crecimiento en los niños (excluyendo causas endocrinas). Esta enfermedad de desgaste normalmente se asocia a anorexia, inflamación, resistencia a la insulina y aumento en la degradación de proteínas musculares. El desgaste es diferente del ocurrido por inanición, sarcopenia (pérdida de masa muscular asociada a la edad), lipoatrofia (pérdida de grasa subcutánea secundaria a algunos antirretrovirales) así como del producido por depresión primaria, malabsorción, hipertiroidismo, y se asocia con aumento de la morbilidad (80).

Se considera que la caquexia está dentro del tipo de desnutrición que se produce en las enfermedades crónicas, la denominada desnutrición con inflamación sistémica, caracterizada por pérdida de peso no deseada asociada a inflamación y disminución de la masa muscular, con o sin pérdida de grasa corporal (81).

Cuando la pérdida de masa muscular se acompaña de anorexia, inflamación, resistencia a la insulina, aumento del catabolismo, con o sin pérdida de masa grasa se denomina caquexia. La caquexia se diagnostica cuando existe una pérdida de peso de, al menos, 5% del peso actual durante los 12 meses previos o menos o bien cuando hay un IMC menor de 20 kg/m<sup>2</sup>, más tres de los cinco criterios: disminución de fuerza muscular, fatiga,

anorexia, bajo índice de masa libre de grasa y alteraciones bioquímicas como aumento de marcadores de inflamación: (PCR, interleucina-6), anemia (hemoglobina <12 g/dL) y albúmina sérica baja (<3.2 g/dL). En pacientes con ERC y con insuficiencia cardiaca se ha observado una prevalencia de caquexia de 10-30%, que se estima que afecta a aproximadamente cinco millones de personas en Estados Unidos. La mortalidad en pacientes nefrópatas con caquexia es de 20 a 30% al año (82).

La caquexia se clasifica como leve, moderada o grave de acuerdo a una pérdida de peso del 5%, 10% o 15% en los 12 meses previos, respectivamente. Aún cuando en la práctica clínica resulta difícil contar con los recursos para evaluarla debidamente, la pérdida de peso es bastante indicativa de caquexia y, de hecho, se considera un indicador altamente predictivo de morbilidad y mortalidad en estos casos (83).

La caquexia se distingue de la sarcopenia porque esta última se caracteriza por falta de hormonas anabólicas y actividad física; y de la desnutrición, ya que contrariamente a la caquexia se resolvería con alimentación adecuada o apoyo nutricional (80).

La caquexia es poco reconocida y, menos aún, tratada. Hay aumento en la excreción de nitrógeno y, en teoría, mayor síntesis de proteínas por la gran disponibilidad de aminoácidos resultantes de la degradación acelerada de la proteína muscular. La pérdida de tejido adiposo se relaciona, sobre todo, con malignidad, falla cardiaca crónica, infección por VIH y ERC (84). La caquexia generalmente se asocia a pérdida de apetito, lo que acelera aún más la pérdida de peso y masa muscular; sin embargo, no debe confundirse el proceso de la caquexia con el de la desnutrición.

La caquexia implica un proceso importante de desgaste físico diferente al que se presenta en un cuadro de desnutrición convencional, debido a la pérdida acelerada del músculo esquelético con relación al tejido adiposo, a la presencia de citocinas proinflamatorias y al incremento en la síntesis de proteínas de fase aguda, lo que contribuye al incremento del gasto energético y la pérdida de peso (85).

Los pacientes caquéticos tienen muy bajo peso, pérdida importante de masa grasa y reducción de la masa muscular, aunque con proteínas séricas normales (86).

## 2.2.6. TRATAMIENTO SUSTITUTIVO DE LA IRC

### 2.2.6.1. Hemodiálisis

La HD es una técnica de depuración extracorpórea de la sangre que suple parcialmente las funciones renales de excretar agua y solutos, y de regular el equilibrio ácido-básico y electrolítico. No suple las funciones endocrinas ni metabólicas renales.

Consiste en interponer entre 2 compartimientos líquidos (sangre y líquido de diálisis), una membrana semipermeable. Para ello se emplea un filtro o dializador

La membrana semipermeable permite que circulen agua y solutos de pequeño y mediano peso molecular (PM), pero no proteínas o células sanguíneas, muy grandes como para atravesar los poros de la membrana (87).

Los mecanismos físicos que regulan estas funciones son dos: la difusión o transporte por conducción y la ultrafiltración o transporte por convección.

La diálisis es la difusión de moléculas en solución a través de una membrana semipermeable a lo largo de un gradiente de concentración electroquímico. Su objetivo principal es restablecer el medio líquido intracelular y extracelular propio de la función renal normal. Esto se logra por el transporte de solutos, como la urea, desde la sangre al dializado y por el transporte de solutos, como el bicarbonato, del dializado hacia la sangre. Además de la difusión, los solutos pueden pasar a través de poros en la membrana por un proceso de convección manejado por gradientes de presión hidrostática u osmótica. Este proceso constituye la ultrafiltración.

Antes de cada sesión de diálisis, se debe evaluar el estado fisiológico del paciente, para integrar cada componente del dializado a fin de lograr la velocidad deseada y la eliminación de líquidos y solutos necesaria. Al reemplazar la función excretoria del riñón, la diálisis pretende eliminar el complejo sintomático conocido como síndrome urémico (88).

El tratamiento de HD consiste en dializar la sangre a través de una máquina que hace circular la sangre desde una arteria del paciente hacia el filtro de diálisis o dializador en el que las sustancias tóxicas de la sangre se difunden en el líquido de diálisis; la sangre libre de toxinas vuelve luego al organismo a través de una vena canulada. Dicho procedimiento, es una técnica, que al contrario de la diálisis peritoneal, la sangre pasa por

un filtro a una máquina, que sustituye las funciones del riñón, donde esta es depurada. Aunque, esta técnica no supe algunas funciones importantes del riñón, como las endocrinas y metabólicas. La Fundación Renal Iñigo Álvarez de Toledo refiere que supe las funciones de excreción de solutos, eliminación del líquido retenido y regulación del equilibrio ácidobase y electrolítico. La HD es un proceso lento que se realiza conectando el enfermo a una máquina durante aproximadamente 4 horas, 2 ó 3 veces por semana (89). Los objetivos de la hemodiálisis son (13):

- Excreción de los productos tóxicos derivados del catabolismo.
- Eliminación del líquido retenido.
- Regulación del equilibrio ácido-base y electrolítico asociado a la enfermedad renal crónica terminal.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ERC se ha convertido en los últimos años en un problema de salud pública mundial, por su frecuencia y alta morbimortalidad (90). A pesar de corregir los factores cardiovasculares tradicionales, como hipertensión, dislipidemia e hipertrofia ventricular izquierda, y mejorar las técnicas de diálisis, persiste una alta tasa de mortalidad no explicada. Se han descrito nuevos factores de comorbilidad, como la malnutrición (91). El concepto clásico de malnutrición urémica o caquexia urémica ha evolucionado en los últimos años gracias al mejor conocimiento de los mecanismos fisiopatológicos implicados, como la inflamación, el hipercatabolismo proteico y la anorexia (92).

El estudio del impacto de la malnutrición sobre la ERC se ha visto dificultado por una gran dispersión de los criterios diagnósticos y definiciones. En la última reunión de la ISRMN, se ha definido el síndrome DPE (93), en un intento de unificar diferentes terminologías asociadas al concepto de malnutrición en la ERC. El síndrome (DPE) se define como un estado patológico donde hay un descenso o desgaste continuado tanto de los depósitos proteicos como de las reservas energéticas (94). Dicho de otra manera, el síndrome DPE incluye una pérdida simultánea de grasa y de músculo en el paciente urémico.

Conociendo la alta frecuencia de diálisis en nuestro país y la relación del estado nutricional de los pacientes con ERC con este tipo de tratamiento, surgió la necesidad de analizar la composición corporal tomando en consideración el uso de bioimpedancia eléctrica, obteniendo datos de importancia como son: porcentaje de masa muscular, porcentaje de masa grasa y porcentaje de agua corporal total así como conocer la prevalencia del síndrome de desgaste proteico de los pacientes del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores al Servicio de los Poderes del Estado de Puebla (ISSSTEP) sometidos a hemodiálisis, puesto que es una alteración compleja, multifactorial y que desemboca en gran medida, en otras complicaciones, empeorando el pronóstico y aumentando la morbimortalidad de estos pacientes.

¿Cuál es un factor de riesgo nutricional significativo considerando los parámetros antropométricos y de composición corporal en el paciente con enfermedad crónica terminal?

#### 4. JUSTIFICACIÓN

Se realizó este estudio debido a la gran incidencia de enfermedad renal en personas adultas y adultos jóvenes que se viene incrementando en nuestro país, en 2017, se reportó una prevalencia de ERC del 12.2% y 51.4 muertes por cada 100 mil habitantes en México (3), al ser un trastorno de origen multifactorial y estar fuertemente asociado a las enfermedades crónicas de mayor prevalencia en México como lo son la diabetes e hipertensión(95), se ha estimado que, en la actualidad, alrededor de 6.2 millones de mexicanos con diabetes tienen insuficiencia renal en sus distintas etapas, y que hasta 98% de las personas con ERC por diabetes en México se encuentra en etapas tempranas(3). Las prevalencia de las enfermedades asociadas a la ERC fueron diabetes mellitus (43%), hipertensión arterial (17%), glomerulopatías crónicas (14.4%), no determinadas (9.2%), riñones poliquísticos (4.7%), malformaciones congénitas de la vía urinaria (4%), nefropatía lúpica (3.3%) y otras (4.4%) (96).

Especialmente los hospitales reportan gran cantidad de pacientes dializados lo cual provoca un incremento del número de ingresos hospitalarios, aumento de la estancia media, infecciones, comparado con la población normal; situación que genera que la ERC en México esté teniendo un gran impacto en las finanzas de las instituciones y en la economía de las familias; en 2014, el gasto en salud anual medio por persona para esta patología se estimó en 8,966 dólares estadounidenses (USD) en la Secretaría de Salud, y de 9,091 USD en el Instituto Mexicano del Seguro Social (97), el Dr. Rodolfo Antonio Cortina Márquez, Jefe del Servicios de Nefrología del Hospital Regional “Lic. Adolfo López Mateos” refirió que si bien la ciencia y las tecnologías médicas avanzan, y hoy instituciones como el ISSSTE cuentan con terapias de reemplazo renal como la hemodiálisis y la diálisis, la calidad de vida de los enfermos se deteriora considerablemente y el impacto financiero para la instituciones es insostenible e inviable pues el costo promedio mensual del tratamiento por paciente con enfermedad renal crónica, incluidas las terapias de reemplazo renal, va de 25 a 35 mil pesos (98). El costo anual promedio directo en el sector público por el tratamiento de un individuo en hemodiálisis es de \$158,964.00 M.N. (99).

El cuidado del estado nutricional es un objetivo básico dentro de la asistencia integral del paciente con ERC dada la alta prevalencia de malnutrición. La prevalencia de desnutrición en pacientes nefrópatas es de 40 a 70%, dependiendo del tipo de población estudiada y la herramienta utilizada para su evaluación (100). En los pacientes con ERC se describe un síndrome de desnutrición calórico proteica, con una prevalencia que varía entre 16 y 54% según la serie. En pacientes hemodializados la prevalencia de desnutrición es alrededor de 40% y de ellos, entre el 6 y el 8% presentan desnutrición severa (101). La desnutrición se genera en el contexto del síndrome DPE, propuesto por la ISRMN. Es un estado patológico en el que hay un descenso o desgaste continuado de los depósitos proteicos y las reservas energéticas, vinculado a la morbi-mortalidad y condicionado no sólo por factores nutricionales (102). El DPE está asociado a la morbilidad y mortalidad en pacientes con ERC en tratamiento sustitutivo de la función renal. La incidencia de Síndrome de DPE en pacientes en hemodiálisis es aproximadamente de 25% y compromete la supervivencia a mediano plazo (82). Sin embargo, no hay estudios que evalúen esta patología en el hospital de especialidades 5 de mayo y considerando que un gran número de pacientes se encuentran en hemodiálisis es importante conocer la prevalencia para posteriormente incluir medidas que puedan disminuir el DEP.

La participación del equipo multidisciplinario en el modelo de intervención múltiple ha demostrado mayores beneficios entre los que se incluyen: mejoría en variables relacionadas con el estilo de vida, mejoría en resultados bioquímicos, mejoría en resultados clínicos, retraso del inicio de Terapia de Soporte Renal (TSR), mejor estado nutricional, reducción tanto del número de días de hospitalizaciones como de sus costos, y disminución de la tasa de mortalidad por todas las causas (103).

## **5. HIPÓTESIS**

Hipótesis Nula: Los pacientes con ERC hemodializados no mostrarán categorizaciones bajas en el Índice de Masa Muscular Esquelética independientemente de los cambios analizados en sus porcentajes de grasa corporal total.

Hipótesis Alterna : Los pacientes con ERC hemodializados mostrarán categorizaciones bajas en el Índice de Masa Muscular Esquelética independientemente de los cambios analizados en sus porcentajes de grasa corporal total.

## 6. OBJETIVOS

### 6.1. GENERAL

- Analizar la composición corporal de los adultos en hemodiálisis con el método de Bioimpedancia eléctrica para relacionar con el estado nutricional.

### 6.2.ESPECÍFICOS

- Describir las principales patologías asociadas a la enfermedad renal crónica para evaluar el riesgo de déficit proteico con el grupo etario.
- Relacionar los biomarcadores clínicos con la depleción muscular.
- Probar la asociación entre los cambios en la composición corporal y el riesgo de déficit proteico en pacientes en hemodiálisis.

## 7. METODOLOGÍA

### 7.1.Tipo de estudio

El presente estudio es de tipo observacional, prospectivo en pacientes prevalentes en hemodiálisis de la unidad de nefrología ISSSTEP; longitudinal ya que se evaluaron a los pacientes con un tiempo aproximado de un mes respectivamente entre la medición inicial y final por medio de la Bioimpedancia eléctrica multifrecuencia segmental y analítico porque se relaciona la composición corporal con el estado nutricional.

### 7.2.Operacionalización de Variables

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Indicador</b>
<b>DATOS GENERALES E HISTORIA CLÍNICA</b>				
Edad	Medición cronológica	Determinación de la edad en	Razón	Años

	que determina el tiempo en años que vive una persona	base a la puntuación consignada en el cuestionario			
Género	Condición orgánica que distingue entre masculino y femenino	Determinación del sexo en base a la puntuación consignada en el cuestionario de recolección de datos	Nominal	Femenino Masculino	
Grupo Etario	Está determinado por la edad y la pertenencia a una etapa específica del ciclo vital humano.	La clasificación del grupo etario se clasifica de acuerdo a la OMS.	Razón	Según OMS Adulto joven: 19-25 años Adulto maduro: 26-65 años Adulto edad avanzada: 65-74 años Anciano: 75-90 años Longevos: >90 años	
<b>ANTECEDENTES PATOLÓGICOS</b>					
Enfermedad Renal Crónica	Es la pérdida progresiva e irreversible de la función renal.	Clasificar la ERC en cinco estadios según la tasa de filtración glomerular estimada	Ordinal	Estadio	TFG
				1	90-130 ml/min
				2	60-89 ml/min
				3	30-59 ml/min
				4	15-29 ml/min
5	<15 ml/min Según KDIGO				
Hemodíalisis	Procedimiento de extraer la sangre del organismo y traspasarla a un dializador de doble compartimiento	Las sesiones serán de acuerdo al estadio de la ERC.	Nominal	1 vez por semana 2 veces por semana 3 veces por semana.	
Diabetes Mellitus	La diabetes mellitus es un	Se tomó como diagnóstico, si	Nominal	- Glucosa en ayuno $\geq$ 126 mg/dL (no haber tenido	

	trastorno metabólico que se caracteriza por la presencia de hiperglucemia (elevación de la concentración sanguínea de glucosa) como resultado directo de la falta de insulina, de la insuficiencia de insulina o de lo uno lo otro.	estuvo referido en la historia clínica del paciente en consultorio externo.		<p>ingesta calórica en las últimas 8 horas).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Glucosa plasmática a las 2 horas de <math>\geq 200</math> mg/dL durante una prueba oral de tolerancia a la glucosa. La prueba deberá ser realizada con una carga de 75 gramos de glucosa disuelta en agua.</li> <li>- Hemoglobina glucosilada (A1C) <math>\geq 6.5\%</math>.</li> <li>- Paciente con síntomas clásicos de hiperglicemia o crisis hiperglucémica con una glucosa al azar <math>\geq 200</math> mg/dL.</li> </ul> <p>Según criterios de la ADA 2020</p>
Hipertensión Arterial	Aumento de la resistencia vascular debido a vasoconstricción arteriolar e hipertrofia de la pared vascular que conduce a elevación de la presión arterial sistémica $\geq 140/90$ mmHg.	Se tomó como diagnóstico, si estuvo referido en la historia clínica del paciente en consultorio externo.	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hipertensión Grado 1:</b> Presión sistólica 140-159 mmHg y/o diastólica 90-99 mmHg.</li> <li>• <b>Hipertensión Grado 2:</b> Presión sistólica 160-179 mmHg y/o diastólica 100-109 mmHg.</li> <li>• <b>Hipertensión Grado 3:</b> Presión sistólica mayor o igual a 180 mmHg y/o diastólica mayor o igual a 110 mmHg.</li> </ul> <p>Según la Sociedad Europea de Hipertensión/Sociedad Europea de Cardiología.</p>
Obesidad	Incremento del peso corporal asociado a un desequilibrio en las proporciones	Se identificará la obesidad a partir de la medición del peso y la talla para calcular el	Nominal	<p>Obesidad: IMC <math>&gt;27</math>. Expresado en kg/m<sup>2</sup></p> <p>Grado I Grado II Grado III</p>

	de los diferentes componentes del organismo, en la que aumenta fundamentalmente la masa grasa con anormal distribución corporal (104)	índice de masa corporal (IMC) de cada individuo.																						
<b>ANTROPOMETRÍA Y COMPOSICIÓN CORPORAL</b>																								
Circunferencia de cintura	Es un perímetro que permite estimar la grasa corporal a nivel del abdomen.	Circunferencia de la cintura en cm medida por equipo InBody S10 entre la última costilla y el borde superior de la cresta iliaca.	Número continua	De acuerdo a la Federación Internacional de Diabetes, los puntos de corte fueron 80cm para mujeres y 90cm para hombres.																				
Índice de Masa Corporal (IMC)	Medida de asociación entre el peso y la talla de un individuo.	Se calcula dividiendo el peso en kilogramos por el cuadrado de la altura en metros (Kg/m <sup>2</sup> )	Ordinal	<table border="1"> <tr><td>Delgadez Severa</td><td>&lt;16</td></tr> <tr><td>Delgadez moderada</td><td>16-16.9</td></tr> <tr><td>Delgadez ligera</td><td>17-18-5</td></tr> <tr><td>Rango normal</td><td>18.5-24.9</td></tr> <tr><td>Sobrepeso</td><td>25-26.9</td></tr> <tr><td>Preobeso</td><td>27-29.9</td></tr> <tr><td>Obesidad 1°</td><td>30-34.9</td></tr> <tr><td>Obesidad 2°</td><td>35-39.9</td></tr> <tr><td>Obesidad 3°</td><td>&gt;40</td></tr> <tr><td>Según la OMS</td><td></td></tr> </table>	Delgadez Severa	<16	Delgadez moderada	16-16.9	Delgadez ligera	17-18-5	Rango normal	18.5-24.9	Sobrepeso	25-26.9	Preobeso	27-29.9	Obesidad 1°	30-34.9	Obesidad 2°	35-39.9	Obesidad 3°	>40	Según la OMS	
Delgadez Severa	<16																							
Delgadez moderada	16-16.9																							
Delgadez ligera	17-18-5																							
Rango normal	18.5-24.9																							
Sobrepeso	25-26.9																							
Preobeso	27-29.9																							
Obesidad 1°	30-34.9																							
Obesidad 2°	35-39.9																							
Obesidad 3°	>40																							
Según la OMS																								
Área de grasa visceral (AGV)	Depositos de tejido adiposo ubicados en la cavidad intraperitoneal	AGV medida por equipo InBody S10.	Número continua	De acuerdo a Jeong Ah Kim los puntos de corte del AGV: Alto $\geq 100 \text{ cm}^2$ Normal $< 100 \text{ cm}^2$																				
AEC/ACT	Es un índice del estado del volumen en pacientes en hemodiálisis	Índice determinado por equipo de bioimpedancia	Ordinal	De acuerdo a Nonnuch y colaboradores los puntos de corte son: Rango aceptable 0.36-0.390																				

	porque el exceso de volumen se acumula principalmente en el AEC	eléctrica InBody S10.		Sobrehidratado $\geq 0.40$
Índice de Masa Muscular Esquelética	Es la suma de la masa muscular de las cuatro extremidades	Con la valoración de composición corporal por Bioimpedancia eléctrica para calcular el índice de masa muscular esquelética.		De acuerdo a Jansen et al. (2000) BAJA MASA MUSCULAR Mujeres $<6.76 \text{ Kg/m}^2$ Hombres $<10.76 \text{ Kg/m}^2$
Índice de masa celular corporal (BCMI)	La masa celular corporal son todas las células metabólicamente activas siendo sensibles no solo al agotamiento muscular sino también a la presencia de inflamación.	El índice de masa celular corporal (BCMI), que se calcula como BCM (masa celular corporal) dividido por la altura al cuadrado ( $\text{kg/m}^2$ )	Ordinal	De acuerdo a Telma Oliveira 2020 el punto de corte es: <b>RIESGO NUTRICIONAL Y MAYOR RIESGO DE MORTALIDAD</b> ( $<6,4 \text{ kg/m}^2$ ).
Sarcopenia	Síndrome complejo que se caracteriza por la pérdida de masa muscular esquelética (MME) y, de su función.			De acuerdo al criterio del Consenso Europeo de Sarcopenia, que tiene en cuenta la presencia de tres elementos: masa muscular (MM), fuerza muscular (FM) y desempeño muscular (DM)

<p>Obesidad Sarcopénica</p>	<p>Es el aumento de la masa grasa en contraste con una disminución de la masa magra.</p>	<p>Análisis por impedancia bioeléctrica para determinar baja masa magra por medio de determinación de grasa visceral o masa grasa en relación con la masa magra apendicular</p>	<p>Nominal</p>	<p>De acuerdo a Baumgartner et al. para realizar el diagnóstico de la obesidad sarcopénica se debe hacer uso de dos parámetros: aumento de masa grasa y disminución de masa magra</p>
<p>Caquexia</p>	<p>Es un síndrome metabólico complejo asociado a una enfermedad subyacente caracterizada por pérdida de peso no deseada asociada a inflamación y disminución de la masa muscular, con o sin pérdida de grasa corporal</p>		<p>Nominal</p>	<p>De acuerdo al criterio de la Society for Cachexia and Wasting Disorders (SCWD), se hace el diagnóstico de caquexia cuando hay una pérdida de peso de al menos el 5 % durante 12 meses o menos, o un IMC &lt; 20 kg/m<sup>2</sup>, asociada a por lo menos tres de los cinco criterios siguientes: disminución de la fuerza muscular, fatiga, anorexia, disminución de la masa muscular o anomalías analíticas (aumento de la proteína C-reactiva (PCR) sérica, anemia e</p>

				<p>hipoalbuminemia) (11). Los valores de referencia fueron aquellos utilizados para el diagnóstico de la caquexia por la SCWD: anemia (hemoglobina &lt; 12 g/dL) e hipoalbuminemia (albúmina &lt; 3,2 g/dL)</p>
Masa libre de grasa	<p>Es una medida de la composición corporal de masa de tejido metabólicamente activo, se refiere a la parte del peso orgánico que interviene en el metabolismo energético. Representa aquella masa de todo tejido corporal, incluye músculos, huesos y envoltura de las fibras musculares.</p>	Se expresa en kilogramos	Númerica continua	
Masa grasa	<p>Es una medida de la composición corporal que corresponde al tejido adiposo</p>	Se expresa en kilogramos	Númerica ordinal	

	de reserva energética, incluye las células grasas o adipocitos, los vasos sanguíneos y los elementos estructurales; se distribuye sobre todo en los compartimentos subcutáneo e interno visceral.																																				
Porcentaje (%) de grasa corporal	Fracción de la masa corporal que corresponde a la masa grasa	Porción de grasa corporal respecto al peso total	Ordinal	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Según Lohman (105)</th> <th>Hombre</th> <th>Mujer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy bajo</td> <td>&lt;5%</td> <td>&lt;8%</td> </tr> <tr> <td>Normal</td> <td>6-15%</td> <td>9-23%</td> </tr> <tr> <td>Sobrepeso</td> <td>16-24%</td> <td>24-31%</td> </tr> <tr> <td>Obesidad</td> <td>&gt;25%</td> <td>&gt;32%</td> </tr> <tr> <th>Según Bray</th> <th>Hombre</th> <th>Mujer</th> </tr> <tr> <td>Muy poca grasa</td> <td>&lt;10%</td> <td>&lt;15%</td> </tr> <tr> <td>Delgado</td> <td>10-15%</td> <td>15-20%</td> </tr> <tr> <td>Normal</td> <td>16-19%</td> <td>21-24%</td> </tr> <tr> <td>Sobrepeso</td> <td>20-25%</td> <td>25-30%</td> </tr> <tr> <td>Obesidad</td> <td>&gt;25%</td> <td>&gt;30%</td> </tr> </tbody> </table>	Según Lohman (105)	Hombre	Mujer	Muy bajo	<5%	<8%	Normal	6-15%	9-23%	Sobrepeso	16-24%	24-31%	Obesidad	>25%	>32%	Según Bray	Hombre	Mujer	Muy poca grasa	<10%	<15%	Delgado	10-15%	15-20%	Normal	16-19%	21-24%	Sobrepeso	20-25%	25-30%	Obesidad	>25%	>30%
Según Lohman (105)	Hombre	Mujer																																			
Muy bajo	<5%	<8%																																			
Normal	6-15%	9-23%																																			
Sobrepeso	16-24%	24-31%																																			
Obesidad	>25%	>32%																																			
Según Bray	Hombre	Mujer																																			
Muy poca grasa	<10%	<15%																																			
Delgado	10-15%	15-20%																																			
Normal	16-19%	21-24%																																			
Sobrepeso	20-25%	25-30%																																			
Obesidad	>25%	>30%																																			
Circunferencia media de brazo	Es un índice del estado nutricional en situaciones como hambrunas o crisis de refugiados, también se ha usado en situaciones normales como instrumento adicional de	Se midió utilizando impedancia bioeléctrica (BIA)	Razón	<29.6(107)																																	

	tamizaje, por su poder para predecir la mortalidad(106).			
Ángulo de Fase	Es una medición directa de la integridad de su célula y la distribución del agua dentro y fuera de la membrana celular(108).	Se basa en la reactancia corporal total y la resistencia corporal total, independientemente del peso, la talla y la grasa corporal	Razón	PA Normal 5-7° (107) PA Bajo <5°

#### INDICADORES BIOQUÍMICOS

Albúmina	Parámetro de reserva proteica visceral, así como de riesgo de mortalidad y morbilidad.	Determinación cuantitativa de albúmina en suero cada 6 semanas	Ordinal	Normal (3.6-5.0 g/dL) Desnutrición Leve (2.8-3.5 g/dL) Desnutrición Moderada (2.1-2.7 g/dL) Desnutrición Grave (<2.1 g/dL)
Creatinina	Evalúa la tasa de filtración glomerular	Determinación cuantitativa de creatinina cada 6 semanas	Razón	0.5-1.2 mg/dL
Colesterol	Es un alcohol esteroide insaturado; es el principal esterol del organismo humano, facilita el transporte,	Determinación cuantitativa de colesterol en suero cada 6 semanas	Razón	<200 mg/dL

	absorción de ácidos grasos y precursor de todos los demás esteroides corporales. Se encuentra formando parte de membranas celulares, lipoproteínas, ácidos biliares y hormonas esteroideas				
Hemoglobina	Refleja la cantidad total de la proteína que transporta en oxígeno el eritrocito	Determinación cuantitativa de hemoglobina cada 6 semanas	Razón	Género	g/dL
				Mujer	12 a 16
				Hombre	14 a 18

### 7.3. Población y Muestra

- Población fuente

La población de estudio fuente estuvo constituida por pacientes con enfermedad renal crónica terminal o estadio V del Servicio de Nefrología del Hospital de Especialidades 5 de Mayo ISSSTEP.

- Población elegible

Pacientes (n=134) con enfermedad crónica terminal estadio V en terapia de reemplazo renal de hemodiálisis con enfermedad renal crónica en hemodiálisis del Servicio de Nefrología del Hospital de Especialidades 5 de Mayo ISSSTEP.

- Tamaño de la muestra

La muestra estuvo constituida por 77 pacientes quienes tuvieron valoraciones mensuales completas y cumplieron con los criterios de selección.

- Tipo de muestreo
  - Muestreo no probabilístico a conveniencia del investigador.

#### 7.4. Criterios

##### 7.4.1. Inclusión:

- Pacientes prevalentes estables, con al menos tres meses de estancia en hemodiálisis.
- Pacientes mayores de 18 años hasta los 89 años.
- Pacientes con diagnóstico de ERC en HD.

##### 7.4.2. Exclusión:

Se consideraron como criterios de exclusión: tiempo de estancia en programa de hemodiálisis menor a 3 meses; ingreso hospitalario en los 30 días previos al inicio del estudio; proceso infeccioso o inflamatorio importante en los 3 meses previos; neoplasia activa; pacientes con amputaciones o alteraciones en el brazo contralateral al acceso vascular que dificultasen las medidas antropométricas; y pacientes con marcapasos unipolares o cuyo umbral de sensibilidad se desconocía.

##### 7.4.3. Eliminación

- Pacientes pediátricos
- Pacientes con diagnóstico de ERC en Diálisis Peritoneal.
- Pacientes en estado crítico (ventilador, inconscientes).
- Pacientes con amputaciones.
- Pacientes que tuvieron condiciones donde la bioimpedancia estuvo contraindicada como por ejemplo el uso de marcapasos.

#### 7.5. Métodos y Técnicas

La valoración antropométrica se realizó al ingreso a la unidad de nefrología. Posterior a esto se solicitó al paciente que se retirara la mayor cantidad de ropa para realizar la medición de talla, peso y composición corporal. La talla fue medida con el paciente en

bipedestación, descalzo, con la espalda recta, en centímetros utilizando la báscula digital con estadímetro LGMD heightscale y la medición del peso corporal fue en kilogramos. La evaluación de la composición corporal se evaluó mediante BIA multifrecuencia (InBody model S10; Biospace, Seúl, Corea del Sur). Las mediciones de BIA se obtuvieron a una frecuencia de 50Hz. Se colocaron ocho electrodos en la superficie del pulgar, los dedos medio y pulgar de la mano y el talón del paciente en decúbito supino 30 minutos después de que finalizó el tratamiento de hemodiálisis. Se retiraron objetos metálicos. Agua Extracelular (ECW), agua intracelular (ICW), agua corporal total (TBW), masa grasa (%), masa libre de grasa (FFM) se estimaron utilizando ecuaciones de predicción formuladas en el software del fabricante mediante valores de impedancia medidos en diferentes frecuencias.

#### 7.6. Recursos humanos, materiales y financieros

Como recurso humano está el responsable del proyecto, los asesores, el personal de enfermería y los médicos especialistas en nefrología.

Como recurso material: escritorio, silla, silla de exploración, silla de ruedas, camilla, estadímetro, báscula digital, bascula para silla de ruedas, laptop, equipo inbody S10 de bioimpedancia eléctrica, software looking body, Excel.

#### 7.7. Análisis estadístico

Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa IBM SPSS Statistics para Windows, versión 28 (IBM Corp., Armonk, N.Y., USA). Las variables normalmente distribuidas se expresan como media  $\pm$  desviación estándar, y las variables que no siguen una distribución normal, como mediana y rango (mínimo y máximo). También las variables categóricas se expresan como número y porcentaje. La comparación entre grupos se ha realizado mediante la prueba t de Student de muestras dependientes (prueba t pareada). Se consideraron como significativos aquellos valores  $p \leq 0.05$ .

## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio longitudinal se evaluaron 77 (n=77) pacientes clínicamente estables con tratamiento de HD, donde 60% (n = 46) fueron hombres y 40% (n = 31) mujeres, la Tabla 6 contiene información más detallada de los grupos de edad de los pacientes en hemodiálisis, en esta se observa que el 57% de los pacientes se encuentran en el grupo de adulto maduro con un rango de edad de 26 a 65 años, seguido de los pacientes del grupo de edad avanzada entre 65 y 74 años de edad. Así mismo, es importante tener en cuenta que los pacientes con edad menor a 65 años marca un alto índice de pacientes diagnosticados con ERC, aspecto que debe considerarse como alarma para realizar seguimiento a enfermedades de base, comorbilidades y factores de riesgo que puedan prevenir diagnóstico tardío de la ERC con estadificación avanzada.

**Tabla 6. Distribución de los pacientes por edad y género.**

		Masculino		Femenino		Total	
		n	%	n	%	n	%
<b>Grupo de edad <sup>a</sup></b>	Adulto maduro	28	60.9	16	51.6	44	57.1
	Adulto edad avanzada	11	23.9	8	25.8	19	24.7
	Anciano	7	15.2	7	22.6	14	18.2
	<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>59.7</b>	<b>31</b>	<b>40.3</b>	<b>77</b>	<b>100.0</b>

*a. Mínimo=27, máximo=86, media=58.4, desviación estándar=16.4*

De acuerdo a Arreola y col. en su revisión anual 2019 en el estado de Aguascalientes, observó que la distribución de la prevalencia de ERC por grupo etario apreció una máxima prevalencia entre los 20 y 40 años, seguido del grupo de los 50 a los 70 años.(12)

Así mismo la Figura 2, contiene información más detallada de los grupos de edad determinado por la OMS, de los pacientes en hemodiálisis, en esta se observa que 57.1% de los pacientes tienen entre 26 y 65 años, correspondiente al grupo de edad adulto maduro y dentro de este grupo predomina el género masculino (36.4 %).

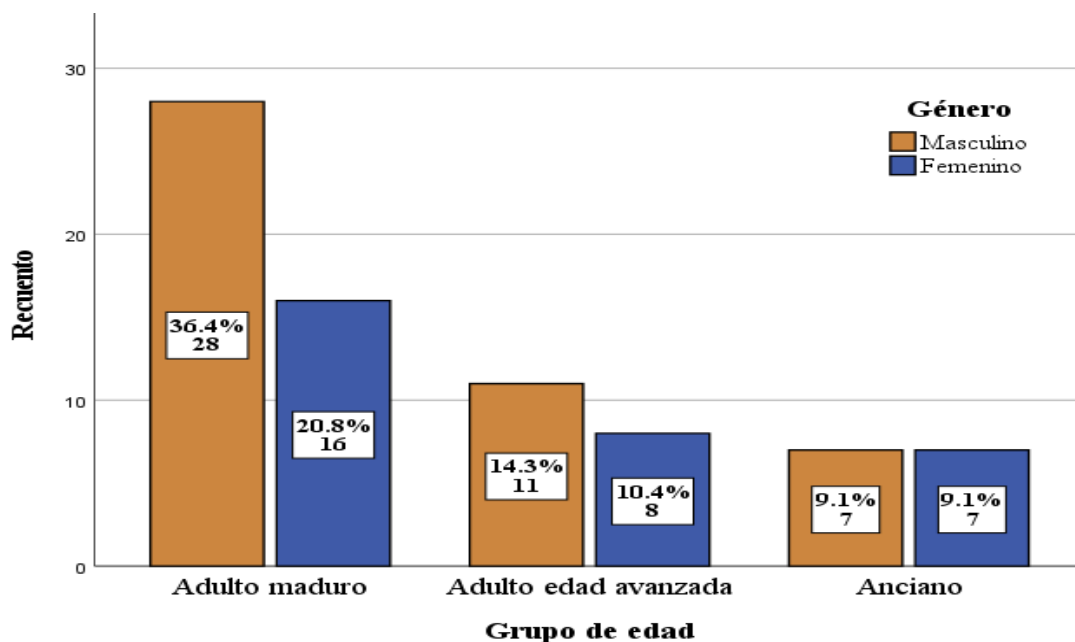


Figura 2. Relación grupo de edad y género

En el estudio de Méndez Durán y col. incluyó a 11,010 pacientes, 10,921 (99%) adultos, 5,600 (51%) varones y 5,321 (49%) mujeres, en el se refleja igualmente mayor predominio del género masculino (5).

La Tabla 7, muestra que la etiología del daño renal fue la combinación de diabetes e hipertensión (44.2%) en la mayoría de los casos, seguida por hipertensión arterial (16.9%), diabetes mellitus II (9.1%).

Tabla 7. Etiología de la ERC

		n	%
Etiología de la ERC	Sin etiología	4	5.2
	HTA	13	16.9
	DM II	7	9.1
	DM II, HTA	34	44.2
	DM I, HTA	4	5.2
	Nefropatía diabética	1	1.3
	Glomerulonefritis membranosa	1	1.3
	Atrofia de riñones	1	1.3

Enfermedad cardiorenal hipertensiva	1	1.3
Hipoplasia renal bilateral	3	3.9
Herencia familiar	1	1.3
Uropatía obstructiva	1	1.3
Vasculitis	1	1.3
Síndrome nefrítico	2	2.6
Lupus eritematoso sistémico	1	1.3
Riñón bilateral poliquístico	2	2.6
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>100.0</b>

De acuerdo, al Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) la ERC es un trastorno de origen multifactorial y está fuertemente asociado a las enfermedades crónicas de mayor prevalencia en México (diabetes e hipertensión) (3).

Según la iniciativa de reforma al artículo 159 de la ley general de salud menciona que es preciso considerar el peso específico de uno de los principales causantes de la ERC en nuestro país es la diabetes mellitus que está estrechamente ligada al sobrepeso y la obesidad. Por ello, resulta imprescindible prevenir y atender de manera puntual estos padecimientos, cuya prevalencia no hacen más que aumentar el número de potenciales enfermos renales (109).

En México, durante 2018 de acuerdo con la ENSANUT había 82,767,605 personas de 20 años y más, de las cuales 10.32% reportaron (8,542,718) contar con un diagnóstico médico previo de diabetes mellitus. Por sexo, 13.22% (5.1 millones) de las mujeres de 20 años y más disponían de este diagnóstico y 7.75% (3.4 millones) en los hombres de 20 años y más. Es decir, la enfermedad está más presente en las mujeres que en los hombres. Se observa un incremento del diagnóstico de la enfermedad conforme aumenta la edad de las personas; a nivel nacional poco más de una cuarta parte de la población de 60 a 69 años (25.8%) declaró contar con un diagnóstico previo de diabetes que representan 2.3 millones de personas. En el caso de las mujeres en este grupo de edad se presenta la prevalencia más alta con 35.6% (1.4 millones). Es en los hombres del grupo de 70 y más años donde se concentra la prevalencia más alta 18.4% de casos de diagnósticos previos de diabetes (714 mil personas) (110).

De acuerdo con la ENSANUT 2020 en México durante el año 2018, 49.2% de la población con vulnerabilidad socioeconómica tenía HTA y sólo 47.1% de esta había sido diagnosticada (111).

El peso promedio de la población estudiada para el caso de los hombres fue entre 67.2 - 67.8Kg con talla promedio de 1.6m y en el caso de las mujeres fue de 58.1-58.6Kg con talla promedio de 1.5m. En la comparación de medidas antropométricas en el grupo de hombres en cuanto a la circunferencia de cintura que disminuyó 0.4cm entre la medición inicial y final, la diferencia no ha llegado a ser significativa (Tabla 8), en el caso de las mujeres la circunferencia de cintura aumentó 0.2 cm entre la medición inicial y final la diferencia tampoco fue significativa (Tabla 9).

La circunferencia de brazo informa conjuntamente de la Masa Grasa y Masa Libre de Grasa. Debe compararse también con las tablas de referencia poblacionales. La circunferencia muscular del brazo, por su parte, es un indicador del compartimento proteico muscular.

**Tabla 8. Comparación de medidas antropométricas en el grupo de hombres.**

	Inicial				Final				$p^{\dagger}$
	Min	Max	Media	DE	Min	Max	Media	DE	
<b>Peso (kg)</b>	39.5	99.5	67.8	13.0	40.0	97.2	67.2	13.2	0.148
<b>Estatura (m)</b>	1.5	1.8	1.6	0.1	1.5	1.8	1.6	0.1	-
<b>Circunferencia de cintura (cm)</b>	60.0	119.2	84.4	13.0	59.5	114.2	84.0	13.4	0.325
<b>Circunferencia de brazo (cm)</b>	22.3	38.7	30.0	3.6	22.7	37.7	29.9	3.9	0.225
<b>Circunferencia muscular de brazo</b>	19.1	29.6	24.6	2.6	19.6	29.2	24.7	2.8	0.254

*Min: Mínimo, Max: máximo, DE: Desviación estándar. † Prueba t pareada.*

**Tabla 9. Comparación de medidas antropométricas en el grupo de mujeres.**

	Inicial				Final				$p^{\dagger}$
	Min	Max	Media	DE	Min	Max	Media	DE	
<b>Peso (kg)</b>	38.9	98.0	58.6	12.7	39.7	92.5	58.1	12.9	0.273
<b>Estatura (m)</b>	1.4	1.6	1.5	0.1	1.4	1.6	1.5	0.1	-
<b>Circunferencia de cintura (cm)</b>	62.1	109.8	82.2	13.3	60.6	118.1	82.4	14.3	0.425
<b>Circunferencia de brazo (cm)</b>	22.2	38.9	28.9	3.8	22.5	39.4	29.1	4.1	0.262
<b>Circunferencia muscular de brazo</b>	18.0	26.8	22.1	2.2	18.3	26.8	22.3	2.3	0.168

*Min: Mínimo, Max: máximo, DE: Desviación estándar. † Prueba t pareada.*

De acuerdo a Soares y col. en la evaluación antropométrica de su estudio, la circunferencia de brazo (CB) de su grupo control estuvo entre 28.74-36.94 cm con medidas muy similares a las del presente estudio (112).

La circunferencia de la cintura da un criterio de riesgo cardiometabólico cuando las medidas están por arriba de los puntos de corte establecidos por la la Federación Internacional de Diabetes, los cuales son 80cm para mujeres y 90cm para hombres.

Según el criterio de la NOM-008-SSA3-2010, para el tratamiento integral del sobrepeso y la obesidad considera a la población mexicana de baja estatura a hombres < 1.60m y mujeres <1.50m, considerando sobrepeso de 23 a 25 Kg/m<sup>2</sup> y obesidad  $\geq 25$  Kg/m<sup>2</sup>.

El IMC se considera como un indicador del equilibrio o desequilibrio funcional corporal, y es una medida frecuentemente utilizada para estimar el sobrepeso y la obesidad. Se utilizó la clasificación propuesta por la OMS: <18.5 Kg/m<sup>2</sup> Bajo peso; 18.5-24.9 Kg/m<sup>2</sup> peso normal;  $\geq 25$  >30 Kg/m<sup>2</sup> sobrepeso;  $\geq 30$  Kg/m<sup>2</sup> obesidad. En el análisis del IMC (Figura 3) se observó que las mujeres presentaron mayor proporción de personas con sobrepeso (32.3%) en comparación con los hombres que presentaron una menor proporción de sobrepeso (30.4%).

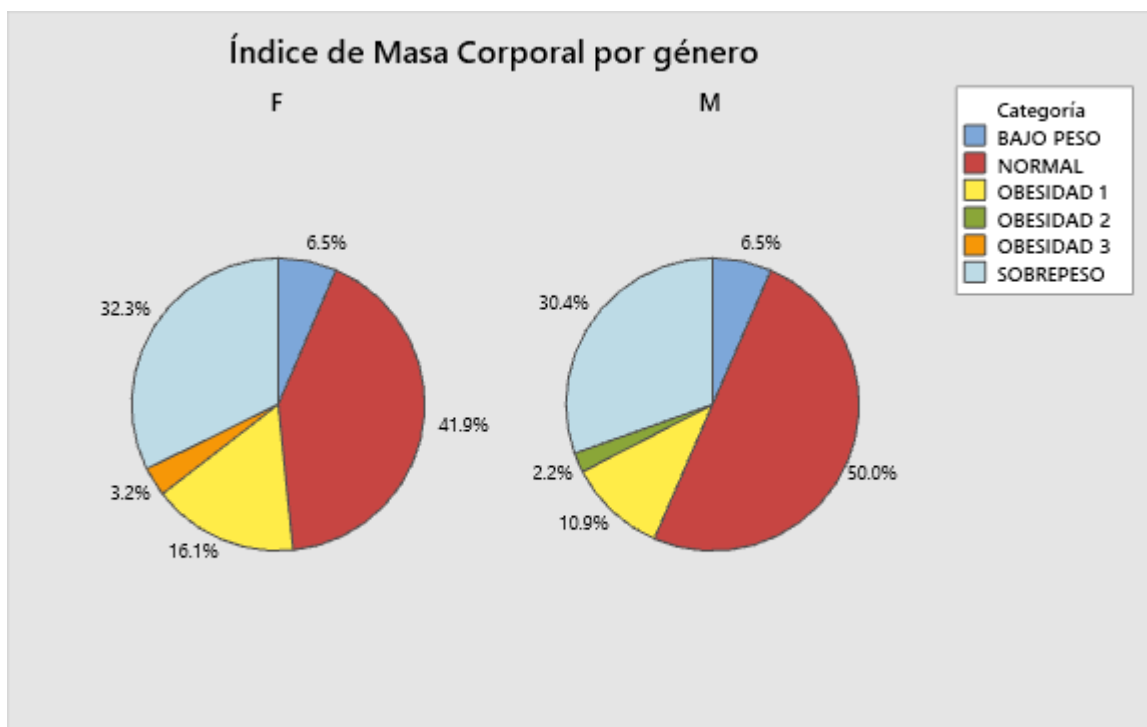


Figura 3. Análisis de IMC por género

Según las cifras reportadas en la ENSANUT 2018, 3 de cada 4 adultos mayores de 20 años sufre de sobrepeso u obesidad (113).

De acuerdo a la comparación de la media del IMC entre la medición inicial y final (Tabla 10) en el caso de las mujeres tuvieron un resultado estadísticamente significativo ( $p=0.037$ ), en comparación con los hombres.

Tabla 10. Comparación de IMC por género y medición.

		Inicial				Final				$p^{\dagger}$
		Min	Max	Media	DE	Min	Max	Media	DE	
Índice de Masa Corporal ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	Masculino	14.7	35.2	25.0	4.3	14.9	34.7	24.8	4.5	0.169
	Femenino	17.6	40.3	26.2	5.1	17.5	38.0	25.7	5.2	0.037*

Min: Mínimo, Max: máximo, DE: Desviación estándar.  $\dagger$  Prueba t pareada. \* $p < 0.05$

En la figura 4, se puede apreciar que entre la medición inicial y final hubo una disminución del IMC en ambos géneros.

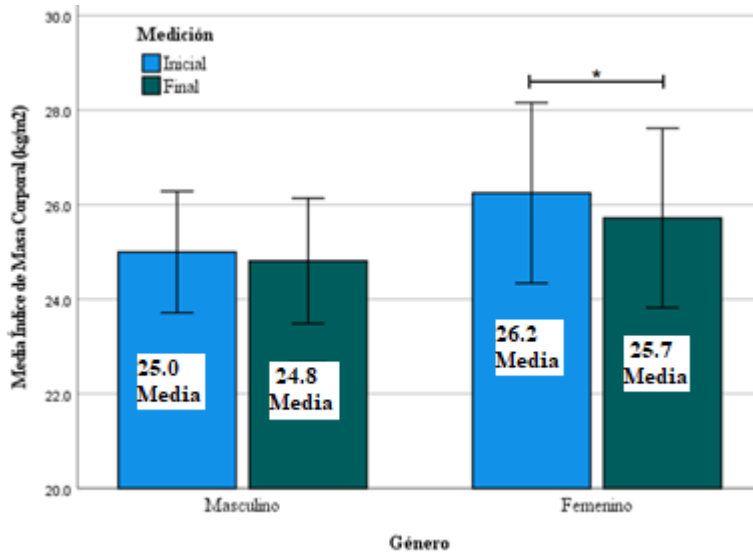


Figura 4. Comparación de IMC por género y medición.

Según la OMS ha determinado como rango deseable para los adultos hasta los 65 años un IMC de 18.5 a 24.99 kg/m<sup>2</sup>. En el medio hospitalario, el IMC ideal en mayores de 65 años debería ser entre 24-29 kg/m<sup>2</sup>, ya que valores < 22 kg/m<sup>2</sup> indican probabilidad de riesgo de malnutrición (114).

Según el último consenso de la ESPEN los puntos de corte para definir la malnutrición según el IMC serían < 20 kg/m<sup>2</sup> en menores de 70 años y < 22 kg/m<sup>2</sup> para sujetos mayores de 70 años (115).

De acuerdo a Kalantar y col. el sobrepeso (IMC=25-30 kg/m<sup>2</sup>) y la obesidad (IMC>30 kg/m<sup>2</sup>) se han convertido en fenómenos de masa con una marcada tendencia al alza en la prevalencia en la mayoría de los países del mundo y se asocian con un mayor riesgo cardiovascular y escasa supervivencia. En pacientes con ERC que se someten a HD de mantenimiento, se ha informado constantemente una "paradoja de la obesidad", es decir, un IMC alto se asocia progresivamente con una mejor supervivencia(116).

La pérdida de peso involuntaria también se asocia con una disminución funcional y en combinación con baja masa muscular, está relacionada con una mala calidad de vida en

adultos. La pérdida de peso involuntaria significativa puede afectar la supervivencia, a menudo se debe a la reducción de los alimentos como resultado de la falta de apetito. La falta de apetito puede ser consecuencia de enfermedades, medicamentos, soledad o depresión (117).

En el estudio de Borrego (118) refiere que la causa del deterioro nutricional por pérdida de peso en pacientes en HD está relacionada con el estímulo inflamatorio que desencadena la enfermedad o la suma de enfermedades sufridas, además de la pobre ingesta que se produzca, por lo que está justificado no demorar la resolución de dichos procesos para evitar graves deterioros nutricionales, que pueden condicionar posteriormente mayor morbilidad.

En la Tabla 11 y 12 se observa el análisis de composición corporal por BIA multifrecuencia segmental por grupo de hombres y mujeres en relación con las demás variables de composición corporal, las mujeres presentaron mayor cantidad de Masa Grasa (MG) y porcentaje de grasa de acuerdo a la media de los hombres. En lo que respecta a la masa músculo-esquelética, y al Agua Corporal Total (ACT) la media fue significativamente mayor en los hombres.

En la Tabla 12 se puede observar que el porcentaje de grasa en el grupo de mujeres presentó una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.045$ ) entre la medición inicial y final, es decir hubo disminución del porcentaje de grasa con respecto a la media entre ambas mediciones.

La media del AF en el presente estudio fue bajo tanto en el grupo de hombres en la medición inicial y final ( $4^{\circ}$ ) como en el grupo de mujeres la medición inicial ( $3.5^{\circ}$ ) y final ( $3.6^{\circ}$ ) con respecto al punto de corte de Bosy- Westphal del presente estudio.

Se destaca que no hay cambios en la composición corporal significativos entre la medición inicial y final en cada uno de los géneros.

**Tabla 11. Comparación de composición corporal en el grupo de hombres.**

	Inicial				Final				<i>p</i> <sup>†</sup>
	Min	Max	Media	DE	Min	Max	Media	DE	
<b>Masa grasa (kg)</b>	2.9	40.5	17.6	9.2	1.9	39.5	17.0	9.6	0.117
<b>Masa muscular esquelética (kg)</b>	16.9	37.8	27.0	5.0	17.4	37.4	27.0	5.0	0.473
<b>Porcentaje grasa corporal (%)</b>	5.3	41.7	24.9	10.2	3.0	44.6	24.2	10.6	0.153
<b>AIC (L)</b>	14.5	30.5	22.2	3.8	14.9	30.2	22.3	3.9	0.458
<b>AEC (L)</b>	10.3	21.3	14.8	2.4	10.6	19.5	14.7	2.5	0.409
<b>ACT (L)</b>	24.8	51.6	37.0	6.2	25.5	49.7	37.0	6.2	0.488
<b>Ángulo de Fase (φ)</b>	1.8	7.4	4.0	1.3	2.1	7.1	4.0	1.2	0.296

*Min: Mínimo, Max: máximo, DE: Desviación estándar. † Prueba t pareada.*

**Tabla 12. Comparación de composición corporal en el grupo de mujeres.**

	Inicial				Final				<i>p</i> <sup>†</sup>
	Min	Max	Media	DE	Min	Max	Media	DE	
<b>Masa grasa (kg)</b>	9.0	52.5	22.3	10.0	7.1	49.6	21.6	10.6	0.125
<b>Masa muscular esquelética (kg)</b>	13.9	24.3	18.7	3.0	13.9	22.8	18.8	2.8	0.355
<b>Porcentaje grasa corporal (%)</b>	19.4	53.6	36.5	10.0	15.5	53.7	35.3	11.0	0.045*
<b>AIC (L)</b>	12.2	20.1	15.9	2.3	12.2	19.0	16.0	2.2	0.342
<b>AEC (L)</b>	8.1	13.4	10.7	1.5	8.1	12.7	10.8	1.4	0.316
<b>ACT (L)</b>	20.3	33.5	26.6	3.8	20.4	31.4	26.8	3.5	0.329
<b>Ángulo de Fase (φ)</b>	1.4	5.1	3.5	0.9	1.9	5.5	3.6	1.0	0.413

*Min: Mínimo, Max: máximo, DE: Desviación estándar. † Prueba t pareada. \**p*<0.05*

Recientemente, el AF ha sido utilizado como indicador nutricional y como indicador de pronóstico y predictor de sobrevida en algunas situaciones clínicas, como en pacientes nefrópatas. Aunque el significado biológico del AF no sea completamente comprendido, él refleja la masa celular corporal y, por ese motivo, se ha utilizado como un indicador nutricional. Además de eso, es uno de los mejores indicadores de la función de la membrana celular, relacionado a la razón entre agua extracelular y agua intracelular. En pacientes renales, de acuerdo al criterio de Bosy-Westphal el punto de corte del AF normal se considera de 5 a 7° y Bajo < 5°.

Valores bajos de AF están relacionados con la disminución de integridad celular, a la reducción de masa magra y al aumento de morbimortalidad (108).

La masa muscular se evaluó a partir del Índice de Masa Muscular Esquelética (IMME), como criterio para establecer baja masa muscular se consideró el punto de corte para el IMME < 6,76 Kg/m<sup>2</sup> para mujeres e IMME < 10,76 Kg/ m<sup>2</sup> para hombres, en la Figura 5 se aprecia que tanto en la medición inicial y final más del 90% de los pacientes evaluados presentan bajo IMME.

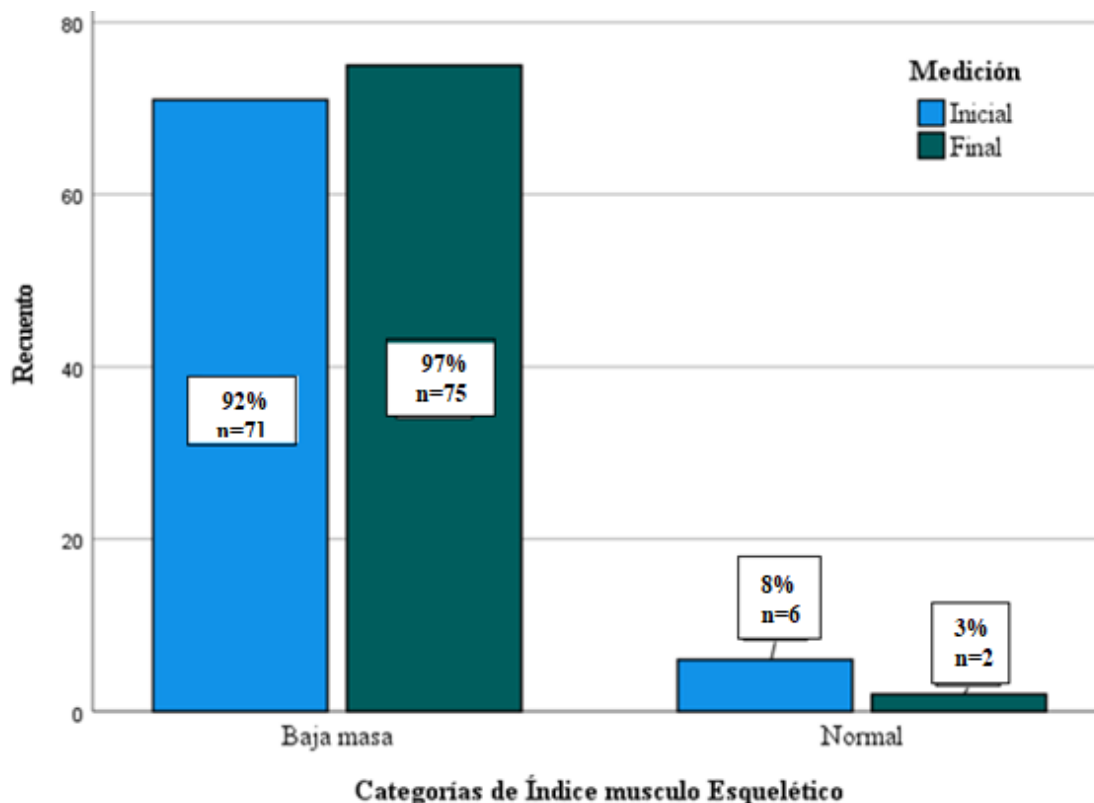


Figura 5. Índice de Masa Muscular Esquelética

El porcentaje de grasa es una medida de la cantidad de tejido adiposo que presenta una persona, con relación a total corporal. Para la clasificación del porcentaje de masa grasa corporal total se utilizaron los criterios propuestos por Lohman (Figura 6) Mujeres: <13% Delgado; 13-20% Óptimo; 21-25% Ligero Sobrepeso; 26-32% Sobrepeso; >33% Obesidad; Hombres: <8% Delgado; 8-15% Óptimo, 16-20% Ligero Sobrepeso; 21-24% Sobrepeso; >25% Obesidad; en dicha gráfica se puede apreciar que tanto hombres como mujeres

entraron en la clasificación de obesidad tanto en la medición inicial como en la medición final.

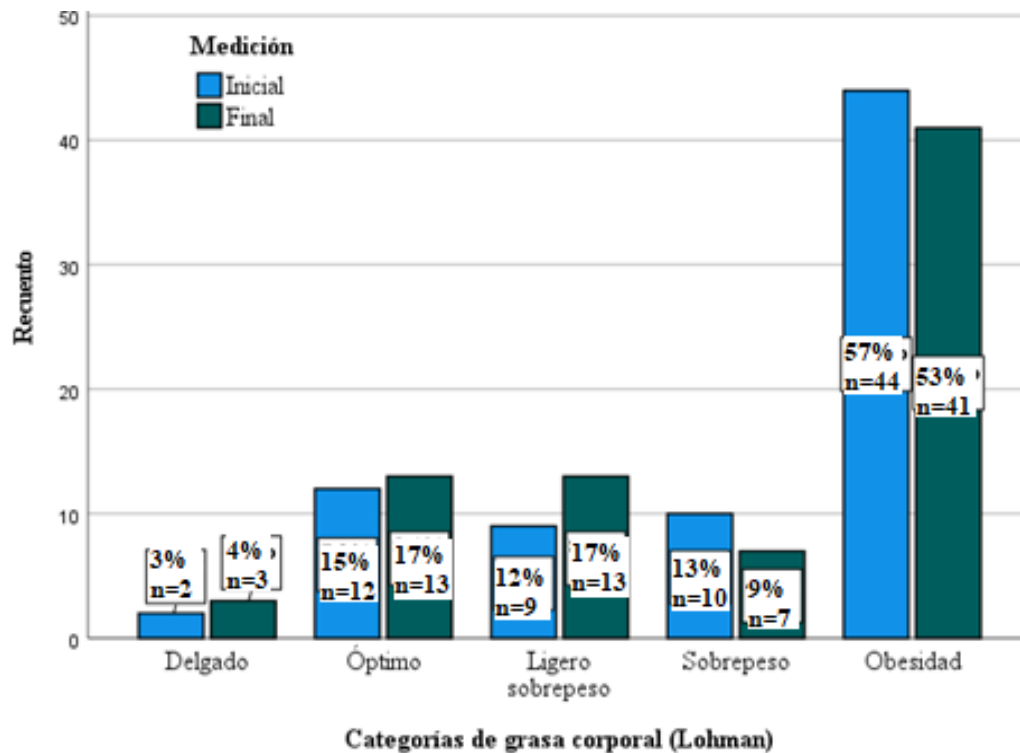


Figura 6. Clasificación del porcentaje de grasa corporal por Lohman.

Para la clasificación del porcentaje de masa grasa corporal total se utilizaron los criterios propuestos por Bray (Figura 7) Mujeres: <15% Muy poca grasa; 15-20% Delgado; 21-24% Normal; 25-30% Sobrepeso; >30% Obesidad; Hombres: <10% Muy poca grasa; 10-15% Delgado, 16-19% Normal; 20-25% Sobrepeso; >25% Obesidad; en dicha gráfica se puede apreciar que tanto hombres como mujeres entraron en la clasificación de obesidad tanto en la medición inicial como en la medición final.

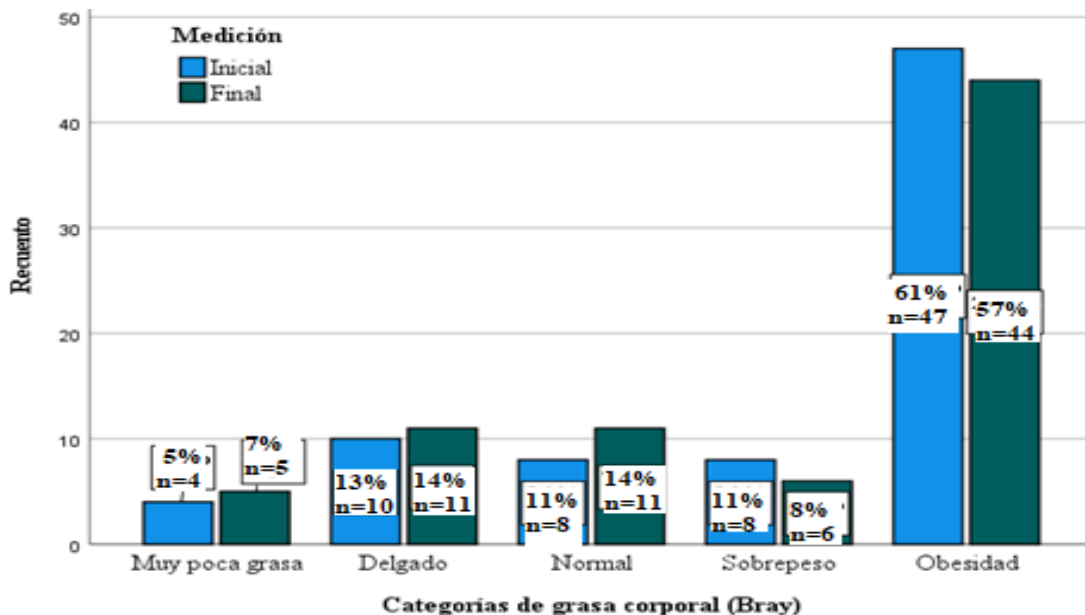


Figura 7. Clasificación del porcentaje de grasa corporal por Bray.

Para la clasificación del porcentaje de masa grasa corporal total se utilizaron los criterios propuestos por la Seedo (Figura 8) Mujeres: 21-30% Normal; 31-33% Límite; >33% Obesidad Hombres: 12-20% Normal, 21-25% Límite; >25% Obesidad en dicha gráfica se puede apreciar que tanto hombres como mujeres entraron en la clasificación de obesidad tanto en la medición inicial como en la medición final.

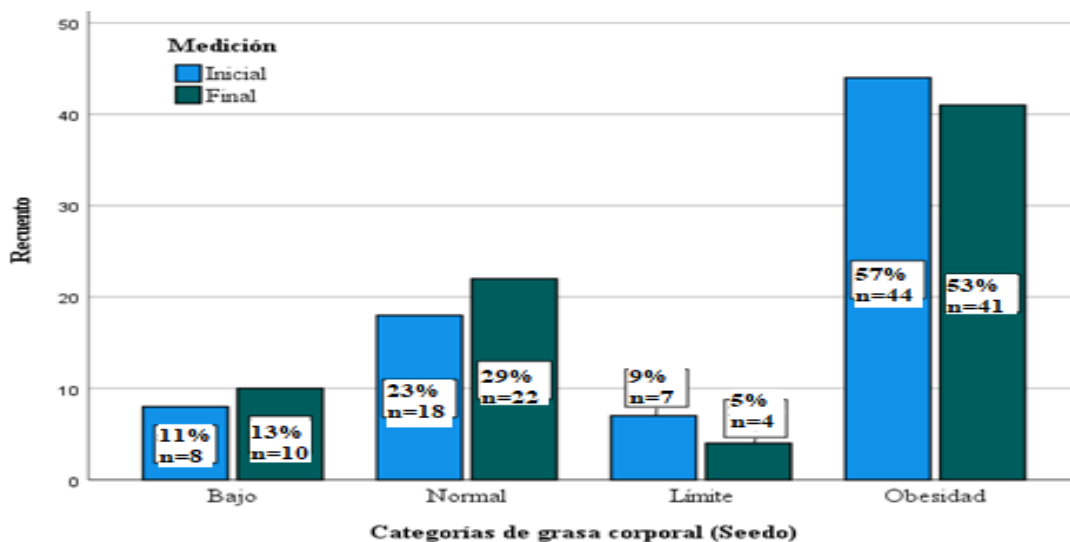


Figura 8. Clasificación del porcentaje de grasa corporal por la SEEDO.

La media del porcentaje de grasa corporal (Figura 9) para los hombres en la medición inicial (24.9%) y final (24.2%) según los criterios de clasificación de Lohman se ubican en la categoría de sobrepeso, para el caso de las mujeres en la medición inicial (36.5%) y final (35.3%) se ubican en la categoría de obesidad.

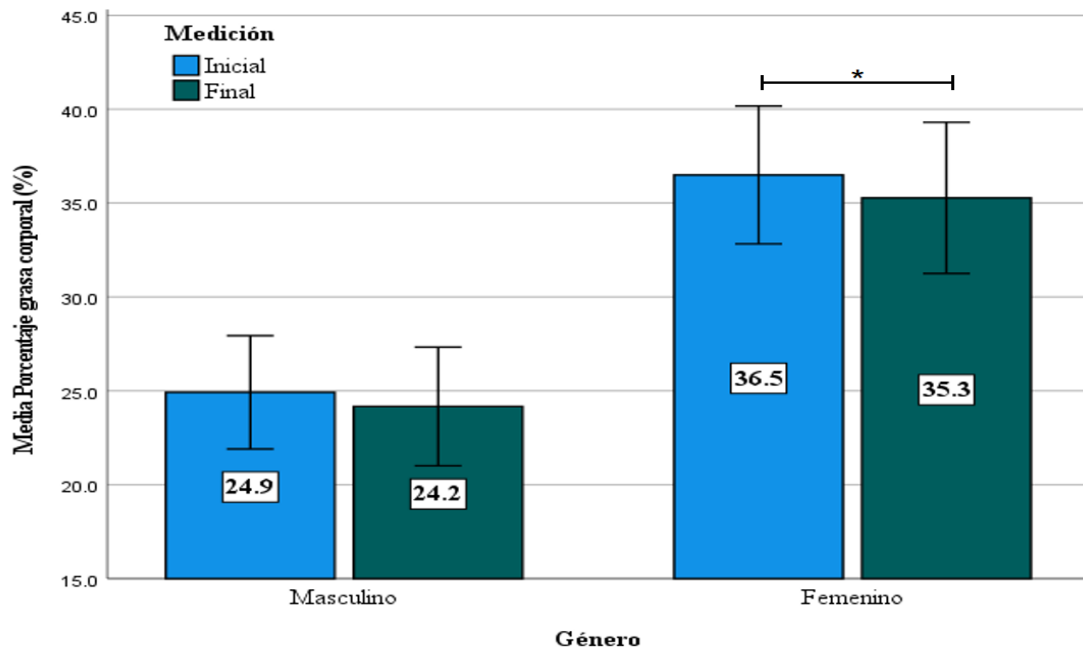


Figura 9. Media de la clasificación del Porcentaje de Grasa Corporal.

Según Acosta (119), la masa grasa jugaría un rol protector contra la mortalidad de pacientes en HD ya que los pacientes con sobrepeso/obesidad tienen menor probabilidad de desarrollar malnutrición energética-proteica. Varias causas se han propuesto para la obesidad paradójica en estos pacientes. Entre ellos hay factores genéticos, bioquímicos (adipoquinas), hemodinámicos y neurohormonales.

En el estudio de González y col (120) de Composición corporal y concentraciones de adipocitoquinas en hemodiálisis: la ganancia de grasa abdominal como factor de riesgo cardiovascular añadido, se pudo objetivar que las mujeres presentan un aumento estadísticamente significativo en el porcentaje de masa grasa, al igual que el presente estudio las mujeres presentaron mayor porcentaje de grasa.

Es necesario evaluar parámetros bioquímicos en pacientes con ERC para realizar una evaluación nutricional completa. No existe un parámetro bioquímico único y confiable que

determine el estado nutricional debido a que todos se encuentran sesgados por el estado inflamatorio, estado hídrico y por alteraciones de la función renal. En los pacientes en terapia de HD existen algunos parámetros que reflejan parcialmente el estado nutricional influyendo en la mortalidad, tales como la albúmina, el colesterol y la hemoglobina (Tabla 13).

En este estudio los niveles medios de albúmina plasmática tanto en hombres como en mujeres fueron de 3.7 g/dl, dados los criterios de Riella presentan hipoalbuminemia, con valores mínimos de 1.9 g/dl y máximos de 4.5 g/dl (DE 0.6).

Los resultados del estudio reflejan lo que supone un nivel lipídico indicativo de deficiente estado de nutrición (media masculino  $125.5 \pm 26.3$  mg/dl, mínimo 80 mg/dl, máximo 189 mg/dl; media femenino  $130.3 \pm 31.4$  mg/dl, mínimo 63.3 mg/dl, máximo 202.7 mg/dl).

**Tabla 13. Valores de albúmina, colesterol y hemoglobina por género.**

		<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>
<b>Albúmina (g/dL)</b>	Masculino	1.9	4.5	3.7	0.6
	Femenino	2.7	4.5	3.7	0.5
<b>Colesterol (mg/dL)</b>	Masculino	80.0	189.0	125.5	26.3
	Femenino	63.3	202.7	130.3	31.4
<b>Hemoglobina (g/dL)</b>	Masculino	5.7	14.3	10.2	2.3
	Femenino	6.7	38.3	10.9	5.4

*Min: Mínimo, Max: máximo, DE: Desviación estándar.*

La albúmina es una proteína que disminuye en presencia de inflamación, no indica estado nutricional y su vida media es larga; la asociación entre bajas concentraciones de albúmina y la mortalidad en pacientes en diálisis reflejan principalmente un estado de inflamación, comorbilidad y edema. Los puntos de corte e interpretación propuestos por Riella para la albúmina sérica  $<3.8$  g/dL se consideró hipoalbuminemia (17).

El colesterol total, es un marcador del estado nutricional en pacientes en terapia de HD. Las bajas concentraciones indican mayor riesgo de mortalidad, se asocia con un déficit energético-proteico, así como comorbilidades como inflamación. El punto de corte e

interpretación propuesto por Osuna para el colesterol en pacientes con ERC es <150 a 180 mg/dL (16).

Los puntos de corte e interpretación propuestos por Riella para la anemia se estableció cuando la hemoglobina sérica fue para mujeres <12 g/dl y <13 g/dl para hombres, en el presente estudio tanto hombres como mujeres presentan anemia porque se encuentran por debajo del punto de corte (17).

## 9. CONCLUSIONES

En el presente estudio se evaluaron 77 pacientes clínicamente estables con tratamiento de hemodiálisis 60% fueron hombres y 40% fueron mujeres, pertenecientes a tres grupos etarios que son: adulto maduro (57%), adulto edad avanzada (24%) y anciano (18%). La etiología del daño renal fue la combinación de diabetes e hipertensión (44.2%) en la mayoría de los casos, seguida por hipertensión arterial (16.9%), diabetes mellitus II (9.1%). El estado nutricional de los pacientes hemodializados se observó que las mujeres presentaron mayor proporción de personas con sobrepeso (32.3%) en comparación con los hombres que presentaron una menor proporción de sobrepeso (30.4%). En el análisis de composición corporal por bioimpedancia eléctrica multifrecuencia segmental por grupo de hombres y mujeres se encontraron diferencias estadísticamente significativas para: IMC disminuyó en mujeres entre las mediciones inicial y final ( $p=0.037$ ), el porcentaje de grasa disminuyó en mujeres ( $p=0.045$ ); el 94.8% de los pacientes evaluados presentó baja masa muscular de acuerdo al Índice de Masa Muscular Esquelética (IMME); en cuanto al porcentaje de grasa corporal de los pacientes evaluados de acuerdo al criterio de Lohman se ubicaron en un diagnóstico de obesidad.. Es importante tener en cuenta que los pacientes con diabetes e hipertensión arterial marca un alto índice de pacientes diagnosticados con ERC en México, así como un mal estado de nutrición, aspecto que debe considerarse como alarma para realizar seguimiento a enfermedades de base, comorbilidades y factores de riesgo que puedan prevenir diagnóstico tardío de la ERC con estadificación avanzada. Los pacientes con ERC terminal en terapia de reemplazo renal son altamente vulnerables a que si no se realiza una evaluación nutricional completa utilizando métodos clásicos (A, B, C, D) y avanzados (bioimpedancia, DEXA) en la nutrición clínica presentan riesgo de desnutrición y baja probabilidad de supervivencia.

## 10. REFERENCIAS BIBLIO-HEMEROGRÁFICAS

1. Rodríguez MA. Nefrología Clínica / Clinical Nephrology [Internet]. Editorial Médica Panamericana S de; 2014. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=YnYOngEACAAJ>
2. Enfermedad renal crónica | Principios de Medicina Interna de Harrison, 20e | AccessMedicine | McGraw Hill Medical [Internet]. [cited 2021 Jul 7]. Available from: <https://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?bookid=2129&sectionid=186950702>
3. La Enfermedad Renal Crónica en México [Internet]. [cited 2021 Jul 7]. Available from: <https://www.insp.mx/avisos/5296-enfermedad-renal-cronica-mexico.html>
4. AS L, J C. Chronic kidney disease. *Lancet* (London, England) [Internet]. 2012 [cited 2021 Jul 10];379(9811):165–80. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21840587/>
5. Méndez-Durán A, Francisco Méndez-Bueno J, Tapia-Yáñez T, Montes AM, Aguilar-Sánchez L. Epidemiología de la insuficiencia renal crónica en México. *Diálisis y Traspl* [Internet]. 2010 Jan 1 [cited 2021 Jul 10];31(1):7–11. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1886284510700047>
6. Fouque D, Vennegoor M, Wee P Ter, Wanner C, Basci A, Canaud B, et al. EBP Guideline on Nutrition Outline Guideline 1. Prevalence of malnutrition and outcome Guideline 2. Diagnosis and monitoring of malnutrition 2.1. Diagnosis of malnutrition 2.2. Monitoring and follow-up of nutritional status Guideline 3. Recommendations for protein and energy intake 3.1. Recommended protein intake 3.2. Recommended energy intake. Available from: [https://academic.oup.com/ndt/article/22/suppl\\_2/ii45/1871238](https://academic.oup.com/ndt/article/22/suppl_2/ii45/1871238)
7. CE L, T M, S R, MC R, M O, C M, et al. Predictive value of malnutrition markers for mortality in peritoneal dialysis patients. *J Ren Nutr* [Internet]. 2011 Mar [cited 2021 Jul 7];21(2):176–83. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21193323/>
8. TA I. Optimal nutrition in hemodialysis patients. *Adv Chronic Kidney Dis* [Internet]. 2013 Mar [cited 2021 Jul 7];20(2):181–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23439378/>
9. James SL, Abate D, Abate KH, Abay SM, Abbafati C, Abbasi N, et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 Diseases and Injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* [Internet]. 2018 Nov 10 [cited 2021 Jul 1];392(10159):1789–858. Available from: <https://github.com/ihmeuw/>
10. Libertad Chávez-Gómez N, Cabello-López A, Gopar-Nieto R, Aguilar-Madrid G, Stephanie Marin-López K, Aceves-Valdez M, et al. Chronic kidney disease in Mexico and its relation with heavy metals. Vol. 55, *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 2016 Jan.
11. De M, Espinosa-Cuevas Á, Nutrición Y, Zubirán S. Enfermedad renal GACETA MÉDICA DE MÉXICO ARTÍCULO ORIGINAL [Internet]. Vol. 152. 2016 [cited

- 2021 Jul 1]. Available from: [www.anmm.org.mx](http://www.anmm.org.mx)
12. Arreola-Guerra JM, Gutiérrez-Peña CM ZL, Ovalle-Robles I, García-Díaz AL, Macías Guzmán MJ. ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA EN AGUASCALIENTES Revisión Anual 2019 [Internet]. Aguascalientes; 2019 [cited 2021 Jul 1]. Available from: [https://www.issea.gob.mx/docs/ERC\\_Anual\\_2019.pdf](https://www.issea.gob.mx/docs/ERC_Anual_2019.pdf)
  13. Verdú FJM, Jiménez J, Zarzuelo A. Tratado de nutrición y alimentación [Internet]. Océano; 2014. Available from: [https://books.google.com.mx/books?id=a\\_5yxgEACAAJ](https://books.google.com.mx/books?id=a_5yxgEACAAJ)
  14. Escott-Stump S. Nutrición, Diagnóstico y Tratamiento [Internet]. Lippincott Williams & Wilkins; 2010. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=vyD8QwAACAAJ>
  15. Mahan LK, Raymond JL. Krause. Dietoterapia [Internet]. Elsevier Health Sciences Spain; 2017. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=9wVODgAAQBAJ>
  16. Padilla IAO. Proceso de cuidado nutricional en la enfermedad renal crónica: Manual para el profesional de la nutrición [Internet]. Editorial El Manual Moderno; 2016. (Elibro Catedra). Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=410JDAAAQBAJ>
  17. Riella MC, Martins C. Nutrición y riñón [Internet]. Médica Panamericana; 2003. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=1CWvtBINiYoC>
  18. Fisiología Renal | Nefrología al día [Internet]. [cited 2021 Jun 26]. Available from: <https://www.nefrologiaaldia.org/es-articulo-fisiologia-renal-335>
  19. Biología celular y molecular de los riñones | Harrison. Principios de Medicina Interna, 19e | AccessMedicina | McGraw Hill Medical [Internet]. [cited 2021 Jun 26]. Available from: <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1717&sectionid=114932571#1137937835>
  20. Sistema urinario | Histología y biología celular, 3e | AccessMedicina | McGraw Hill Medical [Internet]. [cited 2021 Jul 1]. Available from: <https://ezproxy.upaep.mx:2053/content.aspx?bookid=1995&sectionid=150302094#150302139>
  21. Fisiología de los riñones | Fisiología humana, 14e | AccessMedicina | McGraw Hill Medical [Internet]. [cited 2021 Jul 1]. Available from: <https://ezproxy.upaep.mx:2053/content.aspx?sectionid=162712064&bookid=2163&Resultclick=2#1157760243>
  22. Strong Kidneys - Bienvenida | Sociedad Española de Nefrología [Internet]. [cited 2021 Jul 1]. Available from: [https://www.senefro.org/modules.php?name=noticias&d\\_op=view&idnew=1500](https://www.senefro.org/modules.php?name=noticias&d_op=view&idnew=1500)
  23. Ribes EA. Fisiopatología de la insuficiencia renal crónica. In: Anales de cirugía cardiaca y vascular. 2004. p. 8–76.
  24. Cachofeiro V, Lahera V, Tresguerres JAF. Aspectos anatomofuncionales del riñón. HUMANA. 1999;374.
  25. Revista de Actualización Clínica Investiga - Nutrición en Insuficiencia Renal I [Internet]. [cited 2021 Jul 1]. Available from:

- [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682014000300008&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682014000300008&script=sci_arttext&tlng=es)
26. Soporte nutricional en la insuficiencia renal aguda y crónica. Síndrome nefrótico - Dialnet [Internet]. [cited 2021 Jul 1]. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7509305>
  27. de Luis Román D, Bustamante J. Aspectos nutricionales en la insuficiencia renal. Nefrología [Internet]. 2008 Jul 1 [cited 2021 Jul 1];28(3):333–42. Available from: <http://www.revistanefrologia.com/es-aspectos-nutricionales-insuficiencia-renal-articulo-X0211699508005896>
  28. Flores JC, Alvo M, Borja H, Morales J, Vega J, Zúñiga C, et al. Enfermedad renal crónica: Clasificación, identificación, manejo y complicaciones. Rev Med Chil [Internet]. 2009 Jan [cited 2021 Jul 1];137(1):137–77. Available from: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872009000100026&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872009000100026&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
  29. NKF KDOQI Guidelines [Internet]. [cited 2021 Jul 1]. Available from: [http://kidneyfoundation.cachefly.net/professionals/KDOQI/guidelines\\_ckd/p4\\_class\\_g1.htm](http://kidneyfoundation.cachefly.net/professionals/KDOQI/guidelines_ckd/p4_class_g1.htm)
  30. Hurtado-Arístegui, Abdías. Manejo de la enfermedad renal crónica.
  31. Perlman RL, Heung M. Enfermedad renal. In: Hammer GD, McPhee SJ, editors. Fisiopatología de la enfermedad, 8e [Internet]. New York, NY: McGraw-Hill Education; 2015. Available from: <http://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?aid=1166985587>
  32. Levey AS, Stevens LA, Coresh J. Conceptual Model of CKD: Applications and Implications. Am J Kidney Dis. 2009 Mar 1;53(3 SUPPL. 3):S4–16.
  33. Martínez-Castelao A, Górriz JL, Bover J, Segura-de la Morena J, Cebollada J, Escalada J, et al. Documento de consenso para la detección y manejo de la enfermedad renal crónica. Endocrinol y Nutr. 2014 Nov 1;61(9):e25–43.
  34. Van Kan GA, Jiménez MA, Gerontología SE de G y. Tratado de geriatría para residentes [Internet]. Sociedad Española de Geriatría y Gerontología; 2006. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=kJajGQAACAAJ>
  35. Obesidad y Progresión de la Enfermedad Renal | Nefrología al día [Internet]. [cited 2021 Aug 14]. Available from: <https://www.nefrologiaaldia.org/es-articulo-obesidad-progresion-enfermedad-renal-210>
  36. Ji L, MR W. Obesity and Kidney Disease. Prog Cardiovasc Dis [Internet]. 2018 Jul 1 [cited 2021 Aug 14];61(2):157–67. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29981350/>
  37. JR H, SA B, LK H, SC T, JE H. Functional and structural changes in the kidney in the early stages of obesity. J Am Soc Nephrol [Internet]. 2001 Jun [cited 2021 Aug 14];12(6):1211–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11373344/>
  38. V L, R S, J Z, M R, A T. Similar renal decline in diabetic and non-diabetic patients with comparable levels of albuminuria. Nephrol Dial Transplant [Internet]. 2010 Mar [cited 2021 Aug 14];25(3):835–41. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19762600/>
  39. Enfermedad Renal Crónica | Nefrología al día [Internet]. [cited 2021 Aug 14]. Available from: <https://www.nefrologiaaldia.org/es-articulo-enfermedad-renal->

- cronica-136
40. Santamaría Olmo R, Gorostidi Pérez M. Presión arterial y progresión de la enfermedad renal crónica. *Nefroplus* [Internet]. 2013 Oct 1 [cited 2021 Aug 15];5(1):4–11. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-nefroplus-485-articulo-presion-arterial-progresion-enfermedad-renal-X1888970013001180>
  41. CA P, KC N, S L, TI C, MK T, SE J, et al. Blood pressure components and end-stage renal disease in persons with chronic kidney disease: the Kidney Early Evaluation Program (KEEP). *Arch Intern Med* [Internet]. 2012 Jan 9 [cited 2021 Aug 15];172(1):41–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22232147/>
  42. JL S, AP P, S A, HG R, JL T, BM B. Modulation of glomerular hypertension defines susceptibility to progressive glomerular injury. *Kidney Int* [Internet]. 1994 [cited 2021 Aug 15];46(2):396–404. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7967351/>
  43. Alfredo Molina P. Síndrome metabólico y enfermedad renal. *Rev Médica Clínica Las Condes* [Internet]. 2010 Jul 1 [cited 2021 Aug 15];21(4):553–60. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-sindrome-metabolico-enfermedad-renal-S0716864010705708>
  44. Tuttle KR. Renal manifestations of the metabolic syndrome. *Nephrol Dial Transplant* [Internet]. 2005 May 1 [cited 2021 Aug 15];20(5):861–4. Available from: <https://academic.oup.com/ndt/article/20/5/861/1852257>
  45. V A, A S, C R, BA F, PA M. Impact of treating the metabolic syndrome on chronic kidney disease. *Nat Rev Nephrol* [Internet]. 2009 [cited 2021 Aug 15];5(9):520–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19636332/>
  46. Libro Nefrología Básica 2 | Asociación Colombiana de Nefrología [Internet]. [cited 2021 Jul 1]. Available from: <https://asocolnef.com/formacion-2/formacion/libro-nefrologia-basica-2/>
  47. Enfermedad Renal Crónica | Nefrología al día [Internet]. [cited 2021 Aug 15]. Available from: <https://www.nefrologiaaldia.org/es-articulo-enfermedad-renal-cronica-136>
  48. Detsky AS, Mclaughlin J, Baker JP, Johnston N, Whittaker S, Mendelson RA, et al. What is subjective global assessment of nutritional status? *J Parenter Enter Nutr* [Internet]. 1987 Jan 1 [cited 2021 Jul 1];11(1):8–13. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3820522/>
  49. Di Sibio M, Jastreblansky Z, Magnifico LP, Fischberg M, Ramírez SE, Jereb S, et al. Revisión de diferentes herramientas de tamizaje nutricional para pacientes hospitalizados. *Diaeta (B Aires)* [Internet]. 2018 [cited 2021 Jul 1];30–8. Available from: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1852-73372018000300003](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73372018000300003)
  50. Yanowsky-Escatell FG, Pazarín-Villaseñor L, Andrade-Sierra J, Zambrano-Velarde MÁ, Preciado-Figueroa FM, Santana-Arciniega CJ, et al. Asociación de albúmina sérica y valoración global subjetiva en pacientes incidentes en diálisis peritoneal. *Nutr Hosp* [Internet]. 2015 [cited 2021 Jul 2];32(6):2887–92. Available from: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112015001200070&lng=es&nrm=iso&tlng=](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112015001200070&lng=es&nrm=iso&tlng=)

51. Di Sibio M, Jastreblansky Z, Magnifico LP, Fischberg M, Ramírez SE, Jereb S, et al. Revisión de diferentes herramientas de tamizaje nutricional para pacientes hospitalizados. *Dieta (B Aires)* [Internet]. 2018 [cited 2021 Nov 12];30–8. Available from: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1852-73372018000300003](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73372018000300003)
52. Alvarez-Altamirano K, Delgadillo T, García-García A, Alatraste-Ortiz G, Fuchs-Tarlovsky V. Prevalencia de riesgo de desnutrición evaluada con NRS-2002 en población oncológica mexicana. *Nutr Hosp* [Internet]. 2014 [cited 2021 Sep 18];30(1):173–8. Available from: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112014000800022&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112014000800022&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
53. MB H, V P, DD A, DR T. A self-completed nutrition screening tool for community-dwelling older adults with high reliability: a comparison study. *J Nutr Health Aging* [Internet]. 2013 [cited 2021 Sep 18];17(4):339–44. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23538656/>
54. Rodota LP, Castro ME. *Nutricion Clinica Y Dietoterapia* [Internet]. Editorial Medica Panamericana Sa de; 2012. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=e1-iMQEACAAJ>
55. Ikizler TA, Burrowes JD, Byham-Gray LD, Campbell KL, Carrero JJ, Chan W, et al. KDOQI Clinical Practice Guideline for Nutrition in CKD: 2020 Update. *Am J Kidney Dis* [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2021 Jul 3];76(3):S1–107. Available from: <http://www.ajkd.org/article/S0272638620307265/fulltext>
56. López-Gómez JM. Evolución y aplicaciones de la bioimpedancia en el manejo de la enfermedad renal crónica. *Nefrología* [Internet]. 2011 Nov 1 [cited 2021 Jun 19];31(6):630–4. Available from: <https://www.revistanefrologia.com/es-evolucion-aplicaciones-bioimpedancia-el-manejo-articulo-X0211699511000301>
57. Ramírez De Peña D, Almanza D, Luis •, Ángel A. Estimación del agua corporal total y del peso seco, usando impedancia bioeléctrica tetrapolar de multifrecuencia (BIA-4) en pacientes en hemodiálisis. *REDNUTRICIÓN* [Internet]. 2017 [cited 2021 Jun 19];8(22):375–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v63n1.41183>.
58. Ch-Durán XL, Espinosa Cuevas M de los A, Antiano Carsi X. ¿Es confiable la evaluación de la composición corporal con equipos de impedancia bioeléctrica en pacientes con enfermedad renal crónica? *REDNUTRICIÓN* [Internet]. 2017 [cited 2021 Jun 19];8(22):375–9. Available from: <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=109308>
59. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Bioelectric impedance phase angle and body composition. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1988 Jul 1 [cited 2021 Sep 18];48(1):16–23. Available from: <https://academic.oup.com/ajcn/article/48/1/16/4694857>
60. Barbosa-Silva MCG, Barros AJ, Wang J, Heymsfield SB, Pierson RN. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2005 Jul 1 [cited 2021 Sep 18];82(1):49–52. Available from: <https://academic.oup.com/ajcn/article/82/1/49/4863424>

61. Reis De Lima E Silva R, Porto C, Pinho S, Rodrigues IG, Gildo De Moura J, Júnior M. Ángulo de fase como indicador del estado nutricional y pronóstico en pacientes críticos. *Nutr Hosp*. 2015;31(3):1278–85.
62. Kamimura MA, Avesani CM, Cendoroglo M, Fernandes Canziani ME, Antô Nio Draibe S, Cuppari L. Comparison of skinfold thicknesses and bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of body fat in patients on long-term haemodialysis therapy [Internet]. Available from: <https://academic.oup.com/ndt/article/18/1/101/1809108>
63. Alteraciones Nutricionales en la Enfermedad Renal Crónica (ERC) | Nefrología al día [Internet]. [cited 2021 Jul 1]. Available from: <https://www.nefrologiaaldia.org/es-articulo-alteraciones-nutricionales-enfermedad-renal-cronica-274>
64. Uribarri J. K/DOQI guidelines for bone metabolism and disease in chronic kidney disease patients: Some therapeutic implications. *Semin Dial*. 2004 Sep;17(5):349–50.
65. K/DOQI TM Disclaimer.
66. R B, N N, CP K, SB M, D B, G B, et al. Dietary assessment of individuals with chronic kidney disease. *Semin Dial* [Internet]. 2010 Jul [cited 2021 Jul 10];23(4):359–64. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20673254/>
67. Principles of Nutritional Assessment - Rosalind S. Gibson - Oxford University Press [Internet]. [cited 2021 Jul 10]. Available from: <https://global.oup.com/academic/product/principles-of-nutritional-assessment-9780195171693?cc=mx&lang=en&>
68. K K-Z, CP K, R B, D B, N N, SB M, et al. Design and development of a dialysis food frequency questionnaire. *J Ren Nutr* [Internet]. 2011 May [cited 2021 Jul 10];21(3):257–62. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20833073/>
69. Huarte-Loza (coordinadora) E, Barril-Cuadrado G, Cebollada-Muro J, Cerezo-Morales S, Coronel-Díaz F, Doñate-Cubells T, et al. Nutrición en pacientes en diálisis. Consenso SEDYT. *Diálisis y Traspl* [Internet]. 2006 Oct 1 [cited 2021 Jul 10];27(4):138–61. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-dialisis-trasplante-275-articulo-nutricion-pacientes-dialisis-consenso-sedyt-13096282>
70. Gracia-Iguacel C, González-Parra E, Barril-Cuadrado G, Sánchez R, Egido J, Ortiz-Ardúan A, et al. Definiendo el síndrome de desgaste proteico energético en la enfermedad renal crónica: prevalencia e implicaciones clínicas. *Nefrología* [Internet]. 2014 Jul 1 [cited 2021 Jul 6];34(4):507–19. Available from: <https://www.revistanefrologia.com/es-definiendo-el-sindrome-desgaste-proteico-articulo-X021169951405430X>
71. Casanueva E, Perez AB, Kaufer M. *Nutriologia Medica* [Internet]. Editorial Medica Panamericana Sa de; 2008. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=ZjcGp1su-IUC>
72. K K-Z, TA I, G B, MM A, JD K. Malnutrition-inflammation complex syndrome in dialysis patients: causes and consequences. *Am J Kidney Dis* [Internet]. 2003 [cited 2021 Jul 6];42(5):864–81. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14582032/>
73. A S, G R, T K, S S, BK SS, BH K, et al. Protein-energy wasting and nutritional

- supplementation in patients with end-stage renal disease on hemodialysis. *Clin Nutr* [Internet]. 2017 Jun 1 [cited 2021 Jul 6];36(3):663–71. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27371993/>
74. JJ C, P S, L C, TA I, K K-Z, G K, et al. Etiology of the protein-energy wasting syndrome in chronic kidney disease: a consensus statement from the International Society of Renal Nutrition and Metabolism (ISRNM). *J Ren Nutr* [Internet]. 2013 Mar [cited 2021 Jul 6];23(2):77–90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23428357/>
  75. TA I, NJ C, H F, D F, J H, K K-Z, et al. Prevention and treatment of protein energy wasting in chronic kidney disease patients: a consensus statement by the International Society of Renal Nutrition and Metabolism. *Kidney Int* [Internet]. 2013 [cited 2021 Jul 6];84(6):1096–107. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23698226/>
  76. M M, SD A, J A, Z A, JM B, G B, et al. Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) “cachexia-anorexia in chronic wasting diseases” and “nutrition in geriatrics.” *Clin Nutr* [Internet]. 2010 Apr [cited 2021 Jul 6];29(2):154–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20060626/>
  77. WE M. Malnutrition: a frequent misdiagnosis for hemodialysis patients. *J Clin Invest* [Internet]. 2002 Aug 15 [cited 2021 Jul 6];110(4):437–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12189236/>
  78. WE M, AL G. Mechanisms of muscle wasting. The role of the ubiquitin-proteasome pathway. *N Engl J Med* [Internet]. 1996 Dec 19 [cited 2021 Jul 6];335(25):1897–905. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8948566/>
  79. D F, K K-Z, J K, N C, P C, L C, et al. A proposed nomenclature and diagnostic criteria for protein-energy wasting in acute and chronic kidney disease. *Kidney Int* [Internet]. 2008 [cited 2021 Jul 6];73(4):391–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18094682/>
  80. Milke García P, Rivera Flores R. Síndrome de anorexia-caquexia. *Rev Gastroenterol México* [Internet]. 2010 Nov 1 [cited 2021 Jul 10];75:205–7. Available from: <http://www.revistagastroenterologiamexico.org/es-sindrome-anorexia-caquexia-articulo-X0375090610874026>
  81. Oliveira EM de, Silva RP da, Lemos M da CC de, Burgos MGP de A, Costa DMN, Maio R, et al. Frequency of sarcopenia, cachexia, and associated factors in patients with chronic kidney disease in dialysis treatment. *Nutr Hosp* [Internet]. 2020 [cited 2021 Jul 10];37(6):1157–65. Available from: <https://www.nutricionhospitalaria.org/articulos/02954/show>
  82. Ríos Zertuche Cáceres A, Calderón Du Pont DE, Chávez Mendoza CA, Vega Vega O, Rosas Carrasco O. Caquexia y sarcopenia en pacientes nefrópatas terminales en hemodiálisis. *An médicos (México, DF)* [Internet]. 2018 [cited 2021 Jul 10];63(4):266–72. Available from: <https://biblat.unam.mx/en/revista/anales-medicos-mexico-d-f/articulo/caquexia-y-sarcopenia-en-pacientes-nefropatas-terminales-en-hemodialisis>
  83. WJ E, JE M, J A, C B, V B, D G, et al. Cachexia: a new definition. *Clin Nutr* [Internet]. 2008 Dec [cited 2021 Jul 10];27(6):793–9. Available from:

- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18718696/>
84. K K-Z, JD K. Obesity paradox in patients on maintenance dialysis. *Contrib Nephrol* [Internet]. 2006 [cited 2021 Jul 10];151:57–69. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16929133/>
  85. Martínez Roque VR, Roque M, Martínez Roque V. Valoración del Estado de Nutrición en el Paciente con Cáncer.
  86. J O, L V. Review article: anorexia and cachexia in gastrointestinal cancer. *Aliment Pharmacol Ther* [Internet]. 2005 Oct 1 [cited 2021 Jul 10];22(7):583–94. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16181298/>
  87. Kotanko P, Kuhlmann MK, Levin NW. Hemodialysis: Principles and Techniques. *Compr Clin Nephrol*. 2010;1053–9.
  88. Himmelfarb J, Ikizler TA. Medical progress: Hemodialysis. *N Engl J Med*. 2010;363(19):1833–45.
  89. Javier P-R, Lorena B-M, Devi Geesel P-F, Yoryely T-N. Dialisis y hemodialisis. Una revisión actual según la evidencia.
  90. M do S-F, S R, E C, D M, L T, P R-P, et al. Risk factors for mortality in hemodialysis patients: two-year follow-up study. *Dis Markers* [Internet]. 2013 [cited 2021 Jul 14];35(6):791–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24347799/>
  91. DS K, GA N, CM G, JB B, DH S. Longitudinal follow-up and outcomes among a population with chronic kidney disease in a large managed care organization. *Arch Intern Med* [Internet]. 2004 Mar 22 [cited 2021 Jul 14];164(6):659–63. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15037495/>
  92. Marinovich S. Variables finales en hemodiálisis. *Rev Nefrol Diálisis y Traspl* [Internet]. 2009 [cited 2021 Jul 14];29(3):101–10. Available from: <https://www.revistarenal.org.ar/index.php/rndt/article/view/333#.YO7zSvn3H7c.mendeley>
  93. Gracia C. Indicadores de un nuevo concepto de malnutrición en pacientes en hemodiálisis: síndrome del gasto proteico energético (síndrome PEW, protein energy wasting). In: XL Congreso Nacional de la SEN. 2010.
  94. AH M, GA de W, MP G, EL P, NC van der W, MA van den D, et al. A composite score of protein-energy nutritional status predicts mortality in haemodialysis patients no better than its individual components. *Nephrol Dial Transplant* [Internet]. 2011 Jun [cited 2021 Jul 14];26(6):1962–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20947533/>
  95. Luyckx VA, Tonelli M, Stanifer JW. The global burden of kidney disease and the sustainable development goals. *Bull World Health Organ*. 2018 Jun 1;96(6):414–422C.
  96. Méndez-Durán A, Méndez-Bueno JF, Tapia-Yáñez T, Muñoz Montes A, Aguilar-Sánchez L. Epidemiología de la insuficiencia renal crónica en México. *Diálisis y Traspl* [Internet]. 2010 Jan 1 [cited 2021 Aug 29];31(1):7–11. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-dialisis-trasplante-275-articulo-epidemiologia-insuficiencia-renal-cronica-mexico-S1886284510700047>
  97. Figueroa-Lara A, Gonzalez-Block MA, Alarcon-Irigoyen J. Medical Expenditure for Chronic Diseases in Mexico: The Case of Selected Diagnoses Treated by the

- Largest Care Providers. PLoS One [Internet]. 2016 Jan 8 [cited 2021 Jul 10];11(1):e0145177. Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0145177>
98. Hasta 35 mil pesos por paciente es el costo total promedio mensual en terapias renales | Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado | Gobierno | gob.mx [Internet]. [cited 2021 Jul 14]. Available from: <https://www.gob.mx/issste/prensa/hasta-35-mil-pesos-por-paciente-es-el-costo-total-promedio-mensual-en-terapias-renales>
  99. Durán-Arenas L, Ávila-Palomares PD, Zendejas-Villanueva R, Vargas-Ruiz MM, Tirado-Gómez LL, López-Cervantes M. Costos directos de la hemodiálisis en unidades públicas y privadas. Salud Publica Mex [Internet]. 2011 [cited 2021 Jul 14];53:516–24. Available from: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342011001000016&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342011001000016&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  100. BJ T, AP S, RV C. Cross-sectional and longitudinal nutritional measurements in maintenance hemodialysis patients. Am J Clin Nutr [Internet]. 1981 [cited 2021 Aug 29];34(10):2005–12. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6794343/>
  101. Residente E, Dehesa López E. Enfermedad renal crónica; definición y clasificación. 2008 [cited 2021 Aug 29];3:73–8. Available from: [www.medigraphic.com](http://www.medigraphic.com)
  102. Terroba Larumbe Maria Concepción. SCLEDyN :: Prevalencia del síndrome de desgaste proteico energético (DPE) en los pacientes en hemodiálisis [Internet]. 2015 [cited 2021 Aug 15]. Available from: <http://www.sclodyn.org/comunicacion/prevalencia-del-sindrome-de-desgaste-proteico-energetico-dpe-en-los-pacientes-en-hemodialisis>
  103. Cueto-Manzano Alfonso Martín, Cortés-Sanabria Laura, Martínez-Ramírez Héctor Ramón, Márquez-Herrera Roxana Michel, Solórzano-Rodríguez Erika Carolina, Rojas-Campos Enrique. Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social. Modelo de atención de la enfermedad renal crónica en la atención primaria de la salud [Internet]. 20087 Mar 30 [cited 2021 Jul 12];134–42. Available from: <https://www.redalyc.org/journal/4577/457755436005/html/>
  104. Ríos Nava Daniel. Obesidad en México [Internet]. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. 2010 [cited 2021 Nov 12]. Available from: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/13056/sem43.pdf>
  105. Heymsfield S, Lohman T, Wang ZM, Going SB. Human Body Composition [Internet]. Human Kinetics; 2005. (Human Body Composition). Available from: [https://books.google.com.mx/books?id=\\_WoPgY4KAxgC](https://books.google.com.mx/books?id=_WoPgY4KAxgC)
  106. Mei Z, Grummer-Strawn LM, Onís M de, Yip R. El desarrollo de valores de referencia para el perímetro braquial según la estatura y su comparación con otros indicadores utilizados para el tamizaje del estado nutricional. Rev Panam Salud Pública. 1998 Sep;4(3):187–95.
  107. Leal-Escobar G, Osuna-Padilla IA, Cano-Escobar B, Moguel-González B, Pérez-Grovas HA, Ruiz-Ubaldo S, et al. Ángulo de fase y circunferencia media de brazo como predictores de desgaste proteico energético en pacientes con terapia renal sustitutiva. Nutr Hosp [Internet]. 2019 May 1 [cited 2021 Sep 20];36(3):633–9.

- Available from: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112019000300020&lng=es&nrm=iso&tlng=en](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112019000300020&lng=es&nrm=iso&tlng=en)
108. Anja BW, Danielzik S, Dörhöfer RP, Later W, Wiese S, Müller MJ. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: Population reference values by age, sex, and body mass index. *J Parenter Enter Nutr.* 2006;30(4):309–16.
  109. Ramírez Barba Éctor Jaime y colaboradores. Iniciativa que reforma el artículo 159 de la ley general de salud [Internet]. [cited 2022 May 22]. Available from: [http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2021/11/asun\\_4265329\\_20211118\\_1636132883.pdf](http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2021/11/asun_4265329_20211118_1636132883.pdf)
  110. ESTADÍSTICAS A PROPÓSITO DEL DÍA MUNDIAL DE LA DIABETES (14 DE NOVIEMBRE) DATOS NACIONALES. [cited 2022 May 25]; Available from: <https://www.paho.org/es/campanas/dia-mundial-diabetes-2020>
  111. Campos-Nonato I, Hernández-Barrera L, Oviedo-Solís C, Ramírez-Villalobos D, Hernández B, Barquera S. Epidemiología de la hipertensión arterial en adultos mexicanos: diagnóstico, control y tendencias. *Ensanut 2020. Salud Publica Mex* [Internet]. 2021 Nov 5 [cited 2022 May 25];63(6, Nov-Dic):692–704. Available from: <https://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/12851>
  112. Soares V, Avelar IS de, Andrade SR de S, Vieira MF, Silva MS, Soares V, et al. Body composition of chronic renal patients: anthropometry and bioimpedance vector analysis. *Rev Lat Am Enfermagem* [Internet]. 2013 Dec [cited 2022 May 22];21(6):1240–7. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-11692013000601240&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692013000601240&lng=en&tlng=en)
  113. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición [Internet]. [cited 2022 May 22]. Available from: <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/descargas.php>
  114. Oliveira Fuster G. Manual de nutrición clínica y dietética. [Internet]. Díaz de Santos; 2016. Available from: <https://books.google.com.mx/books?id=vEluDwAAQBAJ>
  115. Cederholm T, Bosaeus I, Barazzoni R, Bauer J, Van Gossum A, Klek S, et al. Diagnostic criteria for malnutrition – An ESPEN Consensus Statement. *Clin Nutr* [Internet]. 2015 Jun 1 [cited 2022 May 22];34(3):335–40. Available from: <http://www.clinicalnutritionjournal.com/article/S0261561415000758/fulltext>
  116. Kalantar-Zadeh K, Kopple JD. Obesity Paradox in Patients on Maintenance Dialysis. *Contrib Nephrol* [Internet]. 2006 [cited 2022 May 22];151:57–69. Available from: <https://www.karger.com/Article/FullText/95319>
  117. Gans W, Savelle R, Gal N, Dahl WJ, Rivero-Mendoza D. Pérdida de peso y los adultos mayores: Riesgos y beneficios 1. [cited 2022 May 25]; Available from: <https://edis.ifas.ufl.edu>.
  118. Borrego Utiel FJ, Segura Torres P, Pérez del Barrio MP, Serrano Ángeles P, Sánchez Perales MC, García Cortés MJ, et al. La pérdida de peso en pacientes en hemodiálisis tras su hospitalización tiene relación con la duración de la estancia y con el grado de inflamación. *Nefrología* [Internet]. 2010 Sep 1 [cited 2022 May 25];30(5):557–66. Available from: <https://www.revistanefrologia.com/es-la-perdida-peso-pacientes-hemodialisis-articulo-X0211699510050641>
  119. Obesidad y Enfermedad Renal | Novedades | Sanatorio Americano [Internet]. [cited 2022 May 22]. Available from: <https://www.sanatorio->

americano.com.ar/novedades/41/obesidad-y-enfermedad-renal

120. González E, Díez JJ, Pérez Torres A, Bajo MA, del Peso G, Sánchez-Villanueva R, et al. Composición corporal y concentraciones de adipocitoquinas en hemodiálisis: la ganancia de grasa abdominal como factor de riesgo cardiovascular añadido. *Nefrología* [Internet]. 2017 Mar 1 [cited 2022 May 22];37(2):138–48. Available from: <https://www.revistanefrologia.com/es-composicion-corporal-concentraciones-adipocitoquinas-hemodialisis-articulo-S0211699516301084>