



UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL

ESTADO DE PUEBLA

DECANATO DE CIENCIAS DE LA SALUD

FACULTAD DE NUTRICIÓN

SOPORTE NUTRICIO EN HEMODIÁLISIS

Tesis

Para obtener el Título de:

Maestra en Nutrición Clínica

Presenta:

América Morales Texcucano

Director:

Mtra. Lupitha Elizabeth Flores Rojas

Co-Directora:

MIC. Alma Nubia Mendoza Hernández

Puebla, Pue., México

Primavera 2023.



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

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

Biblioteca Central - **Karol Wojtyla**

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.

Índice General

<u>RESUMEN</u>	<u>6</u>
<u>1.INTRODUCCIÓN</u>	<u>7</u>
<u>2.MARCO TEÓRICO</u>	<u>8</u>
2.1 ANTECEDENTES GENERALES	8
2.1.1 ANATOMÍA RENAL	8
2.1.2 FISIOLÓGÍA RENAL	14
2.1.3 ETIOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD RENAL.	23
2.1.4 FISIOPATOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD RENAL.	24
2.1.5 EPIDEMIOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD RENAL AGUDA Y CRÓNICA	27
2.1.6 CLASIFICACIÓN DE LA ENFERMEDAD RENAL.	30
2.1.7 DIAGNÓSTICO DE LA ENFERMEDAD RENAL AGUDA Y CRÓNICA.	34
2.1.8 TRATAMIENTO MÉDICO.	36
2.2 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS.	40
2.2.1 HEMODIÁLISIS.	40
2.2.1.1 Historia de la hemodiálisis.	40
2.2.1.2 Hemodiálisis en la época actual.	42
2.2.1.3 Indicaciones en la hemodiálisis.	43
2.2.1.4 Contraindicaciones de la hemodiálisis.	46
2.2.1.5 Mecanismo de la hemodiálisis.	46
2.2.1.6 Actividad física en la hemodiálisis	48
2.2.2 DESGASTE PROTEICO ENERGÉTICO.	49
2.2.3 IMPORTANCIA DE LA NUTRICIÓN.	53
<u>3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.</u>	<u>61</u>
<u>4. JUSTIFICACIÓN.</u>	<u>61</u>
<u>5. HIPÓTESIS.</u>	<u>62</u>
<u>6. OBJETIVOS</u>	<u>62</u>
<u>7. METODOLOGÍA</u>	<u>63</u>
7.1 TIPO DE ESTUDIO.	63
7.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.	63
7.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.	64
7.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN Y ELIMINACIÓN.	64

7.5 MÉTODOS Y TÉCNICAS.	65
7.6 RECURSOS HUMANOS, MATERIALES Y FINANCIEROS.	65
7.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS.	66
7.8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.	66
<u>8. RESULTADOS</u>	<u>68</u>
<u>9. DISCUSIÓN</u>	<u>78</u>
<u>10. CONCLUSIÓN</u>	<u>80</u>
<u>11. REFERENCIAS BIBLIOHEMEROGRÁFICAS.</u>	<u>81</u>
<u>12. ANEXOS</u>	<u>88</u>

Índice de tablas, figuras y anexos.

Página (s)

Figuras

Figura 1. Riñón derecho mostrando su cara anterior y posterior.	8
Figura 2. Corte longitudinal mostrando las estructuras renales.	10
Figura 3. Irrigación del riñón.	11
Figura 4. Nefrona.	12
Figura 5. Fuerzas que intervienen en la filtración glomerular.	15
Figura 6. Etapas de la formación de la orina.	18
Figura 7. Secreción de eritropoyetina ante la hipoxemia.	19
Figura 8. Sistema renina-angiotensina-aldosterona.	19
Figura 9. Metabolismo de la vitamina D.	20
Figura 10. Reabsorción y secreción de los solutos.	21
Figura 11. Incidencia de la Enfermedad Renal a nivel mundial y su tratamiento por sexo.	30
Figura 12. Riñón de Kolff.	41
Figura 13. Factores catabólicos y anabólicos durante la hemodiálisis.	52

Tablas

Tabla 1. Balance de ingresos y egresos de agua en el adulto sano.	22-23
Tabla 2. Estadios de la Enfermedad Renal Crónica.	32
Tabla 3. Clasificación de la Enfermedad Renal Crónica por la KDIGO.	33
Tabla 4. Ventajas y desventajas de la diálisis peritoneal.	38-39

Tabla 5. Recomendaciones para el inicio de la terapia renal sustitutiva en Enfermedad Renal Aguda.	45
Tabla 6. Criterios diagnósticos para Desgaste proteico-energético.	50
Tabla 7. Criterios diagnósticos simplificados de la ISRNM.	51
Tabla 8. Semáforo alimenticio para pacientes con ERC adaptado del Manual de Nutrición Renal de NIN Institute.	54-55
Tabla 9. Recomendaciones para preparación de alimentos para la Enfermedad Renal.	56-57
Tabla 10. Comparación de las diferentes herramientas de tamizaje nutricional.	58-60
Tabla 11. Recomendaciones dietéticas para pacientes en hemodiálisis en estudios clínicos recientes.	68-77

Anexos

Anexo 1. Niveles de evidencia y grados de recomendación.	88-89
--	-------

Resumen

Introducción: Los pacientes que cursan con Enfermedad Renal Crónica en tratamiento con hemodiálisis muestran un alto riesgo de malnutrición que implica un impacto en la calidad de vida y aumento de los costos del servicio de salud. Durante la hemodiálisis existe una disminución de aminoácidos en la circulación que conduce a un balance negativo de aminoácidos y esto favorece un aumento en la proteólisis del músculo esquelético. Para poder evitar la pérdida de masa muscular así como retrasar el daño renal se debe implementar un correcto tratamiento nutricional teniendo un adecuado control en la ingesta de líquidos, proteínas y electrolitos.

Objetivo: A través de esta revisión de la literatura se proporcionará información del correcto soporte nutricional en hemodiálisis en la Enfermedad Renal Crónica para el personal de salud y así mejorar el estado nutricional en los pacientes.

Metodología: Se realizó una revisión de artículos en las bases de datos como NCBI, PubMed Central, Google académico en el lapso de 2018 a 2022.

Resultados: Se encontraron 20 artículos originales en los cuales se analizó la ingesta energética, proteica, y de ciertos electrolitos como sodio, potasio y fósforo. Desafortunadamente una gran parte de los pacientes en terapia hemodialítica no cumple las recomendaciones dietéticas lo cual influye en su estado nutricional.

Conclusión: La importancia de esta revisión demuestra que la correcta nutrición en hemodiálisis puede generar que la progresión de la enfermedad renal sea más lenta, pero aún falta una mayor línea de investigación en la población mexicana para poder adaptar las recomendaciones a nuestra práctica diaria.

Palabras clave: Soporte nutricional, hemodiálisis, malnutrición.

1.Introducción

El Soporte Nutricional en las etapas de la vida y en ciertas patologías como lo es la Enfermedad Renal, es fundamental para una evolución favorable en el paciente. En la Enfermedad Renal Crónica existen diversos factores que pueden modificar la progresión de la enfermedad y uno de estos es la hemodiálisis. (1)

La hemodiálisis es aquella Terapia de Reemplazo Renal (TRR) que permite eliminar los desechos sanguíneos que el riñón ya no puede excretar, pero en esta terapia existen otros efectos catabólicos. Durante la hemodiálisis además de realizar la depuración de las toxinas sanguíneas también se extraen aminoácidos que perpetúan la inflamación. (1,2) Sumado a esto, los pacientes durante la TRR tienen una baja ingesta dietética y no realizan actividad física lo que propicia que la inflamación sea mayor y aumenta el riesgo de un Desgaste Proteico Energético (Protein-energy Wasting en inglés). (1,3)

Gracias a la implementación del correcto Soporte Nutricio en la Enfermedad Renal se ha demostrado que éste permite la nefroprotección, evita la pérdida muscular, mejora la Tasa de Filtración Glomerular y permite recuperar la masa magra corporal. Considerando lo anterior el objetivo de la presente revisión es proporcionar información del correcto soporte nutricio en hemodiálisis en la Enfermedad Renal Crónica.

2.Marco teórico

2.1 Antecedentes Generales

2.1.1 Anatomía renal

Los riñones son órganos retroperitoneales que ejercen funciones vitales para el organismo. Sus funciones son variadas pero entre ellas destaca la eliminación de toxinas a través de la orina. Es importante mencionar que la unidad funcional del riñón es la nefrona. A continuación se detalla la anatomía macroscópica y microscópica, así como también la fisiología renal para un mayor entendimiento de la enfermedad renal.

Macroscópicamente los riñones son dos órganos ovalados similares a un frijol o habichuela que se localizan en retroperitoneo.(4,5) Cada uno de ellos pesa en promedio aproximadamente 150 gramos (el peso puede variar en varones y mujeres) y miden de 10-12 cm de longitud, 5-7 cm de ancho y 3-5 cm de grosor. (5,6) Los riñones poseen un borde lateral y medial, el medial es cóncavo y está interrumpido por el hilio renal por donde pasan la arteria renal, vena renal, pelvis renal, vasos linfáticos renales y el plexo nervioso. (Figura 1)

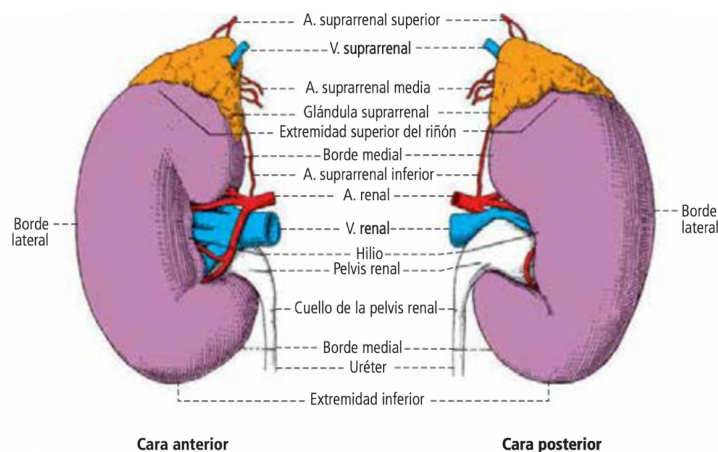


Figura 1. Riñón derecho mostrando su cara anterior y posterior. Tomado de Latarjet M, Ruiz Liard A. (4)

Estos órganos se encuentran a ambos lados de la columna vertebral, exactamente junto a la doceava vértebra torácica y las dos primeras vértebras lumbares. El riñón izquierdo suele estar más arriba que el derecho, debido a que el hígado desplaza inferiormente al riñón derecho. (5,6) Éstos son los órganos más móviles del organismo, ya que pueden variar dependiendo de la posición del individuo o los mecanismos de respiración.

Los riñones están recubiertos por una envoltura llamada fascia renal. Esta fascia rodea al riñón y forma un compartimiento llamado la celda renal, pero en el borde lateral renal esta fascia se desdobra en la hoja anterior o fascia de Gerota, y la hoja posterior o la fascia de Zuckerland. También están rodeados por grasa perirrenal que funge como sostén. (4)

El riñón se encuentra constituido por una corteza y médula renal. (4)

- Corteza renal: Mide aproximadamente 6 mm. y es la parte más superficial. Esta corteza posee prolongaciones llamadas columnas renales o de Bertín que son la frontera entre la corteza y la médula, y se encuentran entre las pirámides renales.
- Médula renal: Conforman a las pirámides renales o de Malpighi, cuya base de las pirámides se encuentra en contacto con la corteza y el vértice piramidal en contacto con los cálices menores. Los vértices redondeados de las pirámides protruyen en el seno renal formando las papilas renales, y cada una de las papilas penetra en un cáliz menor. En las papilas renales existen unos orificios papilares donde desembocan los túbulos colectores, esta estructura es llamada área cribosa de la papila renal. (4)

Los cálices renales (menores y mayores) son el inicio de la vía excretora del riñón y transportan la orina entre las papilas renales y la pelvis renal. Los cálices menores drenan la orina desde la papila renal hacia los cálices mayores. Los cálices mayores recogen la orina de todos los segmentos del riñón desembocando en la pelvis renal. (4) (*Figura 2*)

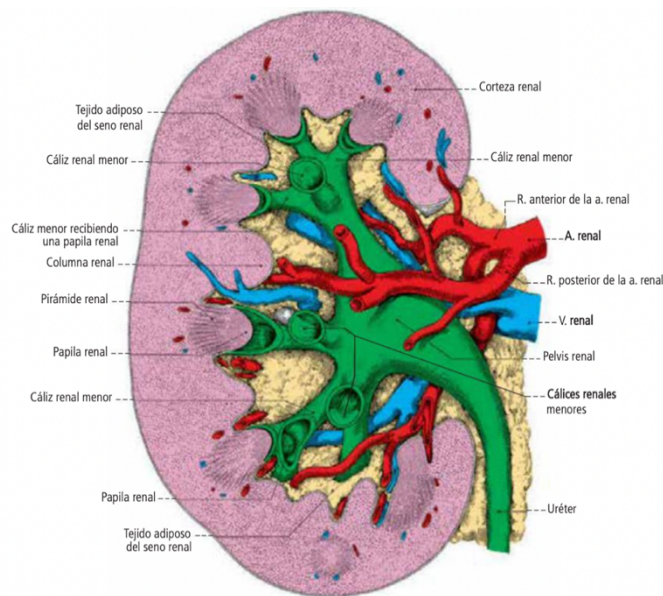


Figura 2. Corte longitudinal mostrando las estructuras renales. Tomado de Latarjet M, Ruiz Liard A. (4)

La pelvis renal tiene forma de embudo y atraviesa el hilio renal. Ésta estructura se une al uréter para que pueda transportar la orina hacia la vejiga y finalmente excretarse.

- Irrigación

El riñón se encuentra irrigado por la arteria renal derecha e izquierda (que nacen de la aorta abdominal). La arteria renal se ramifica en rama superior o anterior y rama inferior o posterior. La rama superior se ramifica en arterias segmentarias superior, media e inferior, donde la arteria segmentaria inferior se convierte en arteria lobar o interlobar, para posteriormente ramificarse en arteria interlobulillar que posteriormente va a dar a la arteria aferente. Cuando la arteria aferente da vueltas se forma el ovillo glomerular para convertirse en arteriola eferente. (4) En un adulto los riñones reciben aproximadamente el 25% del gasto cardiaco, lo cual representa un aproximado de 1.2-1.3 litros. (Figura 3)

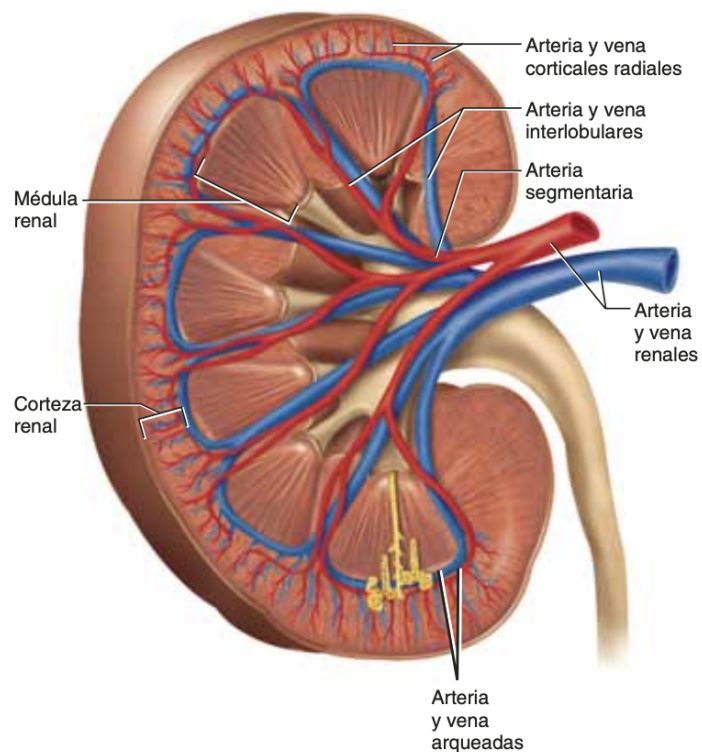


Figura 3. Irrigación del riñón. Tomado de Saladin.(7)

El sistema venoso renal se origina en la zona subcapsular de la corteza a través de las venas estrelladas o de Verheyen, que posteriormente drenan hacia las venas interlobulillares, después a las venas arqueadas, y estas reciben irrigación de las venas rectas. Otras venas llamadas interlobulares reciben a las venas arqueadas para profundizar, formar troncos gruesos por delante de la pelvis renal y formar la vena renal.(4)

Microscópicamente, la nefrona es la unidad anatómica y funcional del riñón. Cada riñón posee aproximadamente 800,000-1,000,000 de nefronas. Fisiológicamente el riñón va envejeciendo y va disminuyendo el número de nefronas; pero debido a que es una pérdida gradual no se compromete la función renal. (5)

Las nefronas se pueden clasificar de acuerdo a la distribución que tienen en el riñón y son dos tipos principales: corticales y medulares o yuxtamedulares. Las nefronas corticales constituyen a la mayoría de las nefronas y estas poseen un túbulo proximal más largo, así

como se especializan en reabsorber sustancias. Las nefronas medulares o yuxtamedulares se caracterizan por tener un túbulo proximal corto, asa de Henle más larga y se especializan en secretar sustancias.(7)

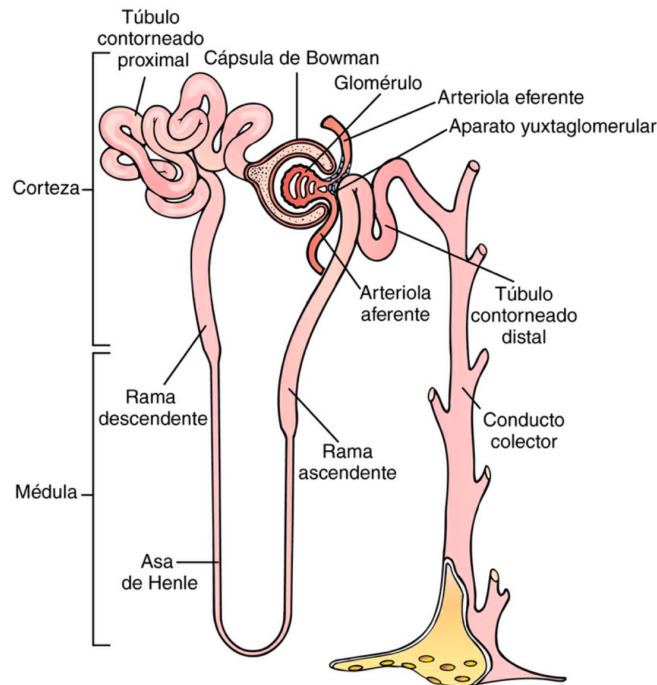


Figura 4. Nefrona. Tomado de Krause.(8)

La nefrona tiene distintas estructuras que la conforman, entre ellas el glomérulo, túbulo proximal, asa de Henle, túbulo distal y túbulo colector o túbulo de Bellini. (Figura 4) El glomérulo es el inicio de la nefrona y éste es un agrupamiento de vasos capilares por el cual se filtra el líquido llamado ovillo glomerular. Cada uno de los glomérulos está cubierto por la cápsula de Bowman, y a este conjunto se le denomina corpúsculo renal o de Malpighi. El corpúsculo renal es una estructura formada por el glomérulo (con su ovillo glomerular) y por la cápsula de Bowman (estructura formada por células epiteliales parietales y podocitos). El ovillo glomerular es la principal estructura donde se realiza la filtración, ya que tiene un sistema de alta presión. Para poder entender mejor el ovillo glomerular se tiene que estudiar cada capilar. (5,8,9)

Los capilares que conforman el ovillo glomerular están formados por células endoteliales y cada una de ellas posee fenestraciones que miden de 70-100 nanómetros y éstas regulan el proceso de filtración. Mientras que la separación entre capilares se da por las células mesangiales. Cada uno de los capilares están envueltos por una estructura llamada membrana basal glomerular. Esta membrana basal glomerular está formada por colágeno (principalmente tipo IV) y se divide en lámina rara densa central, lámina rara interna y lámina rara externa. La lámina densa divide a la membrana basal en la porción de la lámina rara interna y la rara externa. La lámina rara interna está en contacto con el tejido endotelial, mientras que la lámina rara externa está en contacto con los podocitos. (5,8,9)

Los podocitos son células renales que presentan prolongaciones o “pedicelos”, las prolongaciones de cada podocito se entremezclan , pero pueden quedar porciones en donde no existan estas prolongaciones y a esta porción se le llama hendidura de filtración y miden alrededor de 25 nm. A su vez los podocitos se continúan con las células epiteliales parietales que tienen la función de cerrar la cápsula y así formar el espacio de Bowman. (9)

Cuando el líquido es filtrado a nivel del glomérulo este pasa directamente al túbulo proximal. Posteriormente pasa a la asa de Henle. El asa de Henle posee una porción descendente y ascendente, pero las paredes de la rama descendente y el segmento inferior de la rama ascendente son las más finas y se denominan segmento fino del asa de Henle, mientras que la rama ascendente es denominada segmento grueso del asa de Henle superior, la importancia de este segmento grueso es la presencia de la mácula densa (la unión de la mácula densa, con las células mesangiales y las células granulares secretoras de renina en la arteriola aferente forman el aparato yuxtaglomerular). Después el líquido llega al túbulo distal y finalmente al túbulo colector. Los túbulos colectores se unen formando un conducto colector, y alrededor de 8-10 conductos colectores se unen para formar un conducto colector mayor, para que todo el contenido drene el área cribosa de la papila renal y llegue hacia la pelvis renal. (5)

2.1.2 Fisiología renal

Como ya se mencionó anteriormente la nefrona posee diferentes segmentos y cada uno de ellos posee diferentes funciones que permiten el transporte de solutos y agua. Los principales procesos que lleva a cabo la nefrona son: filtración, reabsorción y secreción.

- Filtración

La filtración es el paso del plasma desde el ovillo glomerular hacia el espacio de Bowman y esta no es selectiva de acuerdo a la función de las sustancias, pero si es selectiva por el tamaño de éstas. Existen dos tipos de filtración, la física y eléctrica. La física se relaciona con el tamaño de las moléculas y para que estas puedan ser filtradas deben medir menos de 4 nm., mientras que las sustancias mayores a 8 nm. no pasan. La filtración eléctrica se refiere a las cargas de las moléculas; en la membrana basal y podocitos existen cargas negativas por lo tanto si las moléculas tienen una carga negativa se repelen, mientras que las cargas positivas pueden pasar libremente si tienen el tamaño correcto. (9)

La tasa de filtración glomerular (TFG) nos indica la cantidad del plasma que fue ultrafiltrado por cada minuto, en un adulto sano es aproximadamente de 125 ml/min o 180 L/día y el volumen de orina es de 1 litro por día. Pero, ¿por qué estos valores están tan alejados uno del otro? Esto es debido a que aproximadamente 99% del filtrado se reabsorbe, y esto es porque los riñones filtran a razón de 125 ml/min una cantidad de líquido igual a 4 veces el agua total del organismo. (9)

En el proceso de filtración intervienen diferentes tipos de presión: oncótica glomerular, hidrostática glomerular y osmótica. La presión hidrostática es la fuerza que ejerce la sangre en la pared del endotelio y facilita que pase el plasma, por lo tanto si un paciente presenta Hipertensión arterial sistémica la presión hidrostática aumenta. También tenemos la presión oncótica glomerular que es la fuerza que se opone a la hidrostática y está dada por las proteínas, por lo tanto se opone a la filtración. Otra presión es la osmótica que es aquella ocasionada por el paso de agua a través de la membrana celular y es proporcional

a la presión hidrostática. Estas presiones no son las únicas que permiten la filtración, ya que a nivel de la cápsula de Bowman existe una presión que se opone a la filtración y es llamada presión hidrostática de la cápsula de Bowman; y también una presión oncótica del espacio de Bowman. (9) (Figura 5)

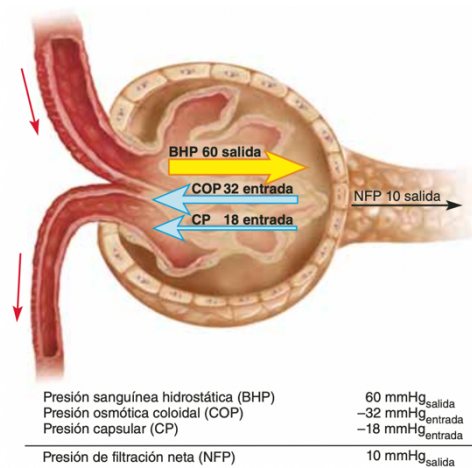


Figura 5. Fuerzas que intervienen en la filtración glomerular. Tomado de Saladin. (7)

La suma de las presiones (hidrostática glomerular, oncótica glomerular, hidrostática de la cápsula de Bowman y oncótica del espacio de Bowman) nos dan la presión final de filtración, que es el conjunto de filtración entre el glomérulo y el espacio de Bowman. Si en algún momento llega a disminuir la presión final de filtración se disminuirá la tasa de filtración glomerular (TFG) y no se podrán excretar los desechos. (9)

Como ya se ha mencionado la cantidad de sangre que llega a los riñones es fundamental para la filtración. Cuando la presión de la sangre que llega al riñón aumenta, se produce un aumento en la resistencia de la arteria aferente y la presión del filtrado en el ovillo capilar se mantiene normal (por lo tanto la TFG se mantiene), pero si esta presión sigue manteniéndose elevada por años la arteriola aferente pierde su presión y empieza a permitirse el paso de proteínas, ocasionando daño renal.(9)

En cambio, cuando la presión de la sangre que llega al riñón disminuye, disminuye la resistencia de la arteria aferente y la presión del filtrado glomerular se mantiene constante; pero si la perfusión renal sigue disminuyendo la arteriola aferente puede colapsar. (9)

- Reabsorción

La reabsorción es el paso de sustancias de los túbulos hacia los vasos sanguíneos. Como ya mencioné anteriormente el 99% de las sustancias se llegan a reabsorber, pero estas se reabsorben en diferentes sitios de la nefrona. Los mecanismos de reabsorción han sido principalmente estudiados en el sodio y la glucosa. (9)

Sodio: El sodio se reabsorbe en el túbulo proximal, porción gruesa ascendente del asa de Henle, túbulo distal y conducto colector. En el túbulo proximal el sodio se reabsorbe por cotransportadores (CT) (CT de Na⁺/glucosa, Na⁺/Pi, Na⁺ y aminoácidos, Na⁺/Lactato) y translocadores (Translocador de Na/H y Cl/base) llegando a reabsorberse en un 60% del sodio. En el asa de Henle en su rama ascendente gruesa a través del cotransportador de Na/K/2Cl se reabsorbe hasta el 30% del sodio, mientras que en el túbulo contorneado distal se reabsorbe el 7% de sodio a través del cotransportador Na-Cl y el 3% restante de sodio se reabsorbe en el conducto colector a través de los canales de sodio epiteliales. (9)

Glucosa: La glucosa a nivel renal se reabsorbe en su totalidad en el túbulo proximal junto con el sodio. No es común que la glucosa aparezca en la orina y en caso de que aparezca se debe a que se excedió el umbral renal que corresponde a la concentración plasmática con la que aparece la glucosa en la orina. El umbral renal corresponde a 180 mg/dL de glucosa a nivel sanguíneo y cuando un paciente presenta hiperglicemia no es raro notar glucosuria. (9)

Las sustancias reabsorbidas por segmentos de la nefrona se desglosan a continuación:

Túbulo proximal: Aquí se reabsorbe el 60% de sodio, glucosa y aminoácidos en su totalidad, bicarbonato en un 80%, agua en un 60% y potasio en un 75%. (9)

Asa de Henle: En este segmento la rama descendente se encuentra más concentrada y aquí se reabsorbe 15% de agua mientras que en la asa ascendente se encuentra más diluido. A nivel de la rama ascendente se encuentra un cotransportador Na/K/2Cl que permite el paso de un ión de sodio, un ión de potasio y 2 iones de cloro desde la luz tubular hacia las células tubulares, esto permite que se reabsorbe hasta el 30% de sodio y el 20% de potasio. (9)

Túbulo distal: Esta sección no es permeable al agua y posee el cotransportador Na⁺/Cl⁻, por lo que permite pasar un ión de sodio un ión de cloro y de forma indirecta pasa un ión de potasio. Es así como en el túbulo distal se reabsorbe un 7% de sodio y un 5% de potasio. (9)

Túbulo colector: Aquí existen dos tipos de células: las células claras o principales y las células intercaladas u oscuras. Las células claras poseen en la membrana apical un transportador de sodio y otro de potasio. Los canales de sodio tienen receptores de aldosterona y solo ante estímulos de activación para aldosterona se reabsorberá una mayor cantidad de sodio. A nivel de las células claras se reabsorbe 3% del sodio restante. La vasopresina actúa sobre los túbulos colectores y ocasionan cambios en la osmolalidad y volumen, ya que permite que aumente la permeabilidad de los túbulos colectores. Por lo tanto en este segmento la función más importante es la regulación del contenido de agua en la orina. (9)

- Secreción o excreción

Este mecanismo es el paso de las sustancias de la luz capilar a la luz tubular, así eliminando las sustancias de desecho como lo son el potasio, creatinina, urea, amonio, ácido úrico, urobilinógeno, fármacos y toxinas. Para poder eliminar estos productos de desecho se debe poder orinar como mínimo 1 litro.

Todos estos mecanismos fisiológicos permiten que se ejerzcan diversas funciones a nivel del riñón. (*Figura 6*)

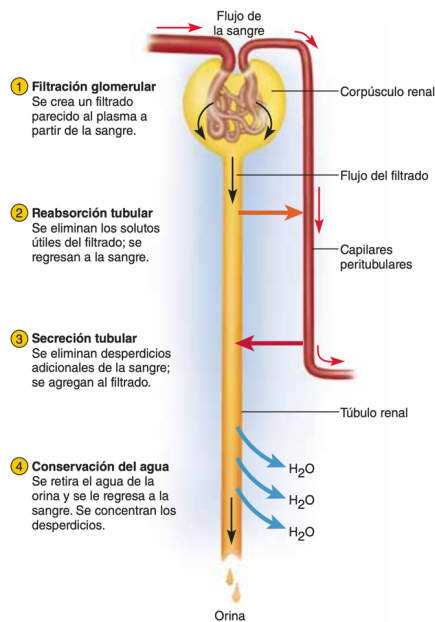


Figura 6. Etapas de la formación de la orina. (7)

Las principales funciones del riñón son: endocrina, metabólica, excretora y reguladora. A continuación se explicarán todas excepto la excretora, ya que está fue explicada con anterioridad.

Función endocrina: El riñón produce hormonas, entre ellas es la renina, prostaglandinas y eritropoyetina. A continuación se describe su acción: (7,9)

- La eritropoyetina es una hormona que estimula la producción de eritrocitos (*Figura 7*). Esta se produce en las células endoteliales de la red capilar peritubular. Las células de la red capilar peritubular tienen sensores que miden la concentración de oxígeno. Midiendo de forma indirecta la concentración de eritrocitos. Al detectarse bajas concentraciones de oxígeno empiezan a producir eritropoyetina y se estimula la eritropoyesis. El estímulo más importante por el cual se secreta eritropoyetina es la hipoxemia.
- La renina es producida por las células granulares a nivel del aparato yuxtaglomerular y actúa sobre el angiotensinógeno para activar el Sistema renina-angiotensina- aldosterona y así aumentar la presión arterial. Esta

hormona es estimulada por la hipotensión, hiponatremia e hipovolemia. (Figura 8)

- Prostaglandinas: Son hormonas producidas para mantener una adecuada perfusión renal, filtración glomerular y excreción de sodio, potasio y agua. Estas ocasionan vasodilatación y evitan el daño en el vaso sanguíneo.

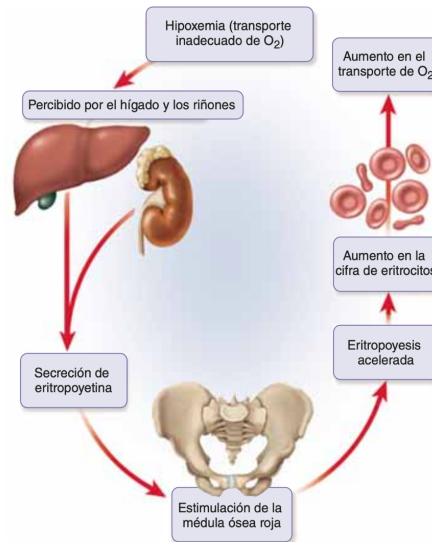


Figura 7. Secreción de eritropoyetina ante la hipoxemia. Figura tomada de Saladin. (7)

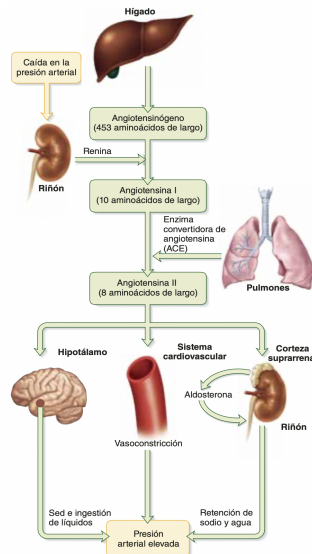


Figura 8. Sistema renina-angiotensina-aldosterona. Tomada de Saladin. (7)

Función metabólica: El riñón participa en el metabolismo de la vitamina D o calcitriol y esto es debido a que en las células parietales del túbulo proximal existe una enzima en la

membrana apical llamada alfa 1 hidroxilasa, la cual permite la biotransformación del 25-hidroxicolecalciferol en 1,25-Hidroxi-colecalciferol o calcitriol, que es la forma activa de la vitamina D. (Figura 9)

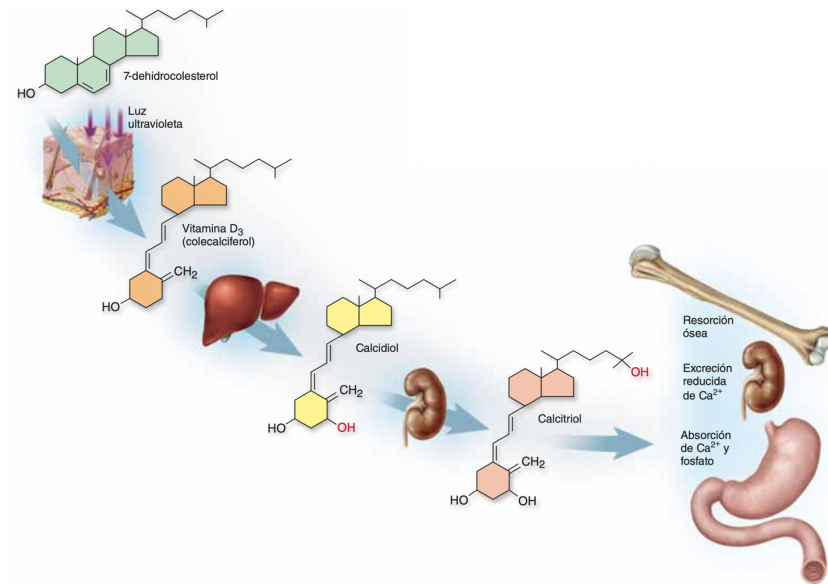


Figura 9. Metabolismo de la vitamina D. Tomada de Saladin. (7)

Función reguladora: Este órgano se encarga de regular el equilibrio ácido base, el balance electrolítico, la presión arterial, la osmolaridad y el balance hídrico. A continuación se explicará cada una de ellas: (7,9)

- Equilibrio ácido base: El riñón en equipo con el pulmón permiten regular el pH sanguíneo y compensar ante algún desequilibrio como acidosis o alcalosis. En este caso el pulmón elimina ácidos volátiles como el dióxido de carbono mientras que el riñón aumenta la reabsorción de bicarbonato. (7,9)
- Electrolítica: Como ya se mencionó, a nivel de los túbulos de la nefrona se secretan o reabsorben los electrolitos. (Figura 10) (7,9)
 - Sodio: A nivel del túbulo distal el riñón regula una buena concentración de sodio, ya que si el aparato yuxtaglomerular detecta una concentración normal de sodio excreta sodio, pero si está disminuido el sodio el sensor del aparato yuxtaglomerular reabsorbe sodio. (7,9)

- Potasio: Este se reabsorbe en túbulo proximal (75%), asa de Henle (20%), túbulo distal (5%) y se excreta en un 80% en el túbulo colector
- Calcio: La reabsorción de calcio depende de la activación de la vitamina D. Si existe un aumento de calcio se bloquea la reabsorción en yeyuno y se fija más el calcio en el hueso para bajar la concentración plasmática, mientras que en riñón aumenta la excreción de calcio. Si el paciente tiene calcio sérico disminuido el yeyuno absorbe mucho más calcio, en hueso se libera el calcio para que cuando hay hipocalcemia pase ese calcio a la circulación sistémica y se reabsorbe mucho más en riñón. (7,9)

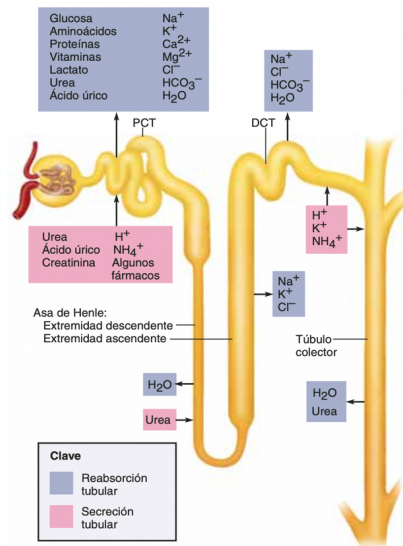


Figura 10. Reabsorción y secreción de los solutos. Tomado de Saladin. (7)

- Presión arterial: La regulación de la presión arterial se lleva a cabo en 2 momentos: a corto y largo plazo. En el control de la TA a corto plazo intervienen el sistema simpático, los barorreceptores principalmente. El aumento de la presión arterial ocasiona aumento en el flujo sanguíneo renal y aumento en la TFG. Por lo que los riñones excretan sodio y agua por la natriuresis y diuresis de la presión. La natriuresis y diuresis de la presión son los mecanismos por los cuales los riñones eliminan exceso de sodio y agua que se encuentra en la sangre para restablecer el equilibrio entre la ingestión y excreción. Lo contrario cuando la presión arterial disminuye, el riñón reduce la excreción de sodio y de agua.

Este mecanismo de control puede tardar varios días o semanas por lo que se le llama mecanismo de control renal a largo plazo. Este mecanismo se lleva a cabo mediante la activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona. La Angiotensina II estimula la secreción de aldosterona que a su vez aumenta la reabsorción de sodio en el túbulo colector. (7,9)

- Osmolaridad: La osmolaridad es la cantidad de solutos en el plasma y éste es regulado por la sed y la hormona antidiurética. La acción principal del ADH a nivel renal consiste en estimular la reabsorción de agua a nivel del túbulo proximal y evita la secreción de agua a nivel del túbulo colector. (7,9)
- Balance hídrico: Éste es el equilibrio entre ingresos y egresos, donde el riñón interviene entre la ingesta y excreción de líquidos. En cantidades normales ingerimos alrededor de 2000-2500 ml. de agua al día y esta proviene del agua visible, agua oculta (presente en los alimentos) y agua de oxidación. Mientras que los egresos se dan en la orina, heces, piel y pérdidas insensibles. (7,9) *(Tabla 1)*

Tabla 1. Balance de ingresos y egresos de agua en el adulto sano. Tomado de Guyton and Hall.(10)

Balance de ingresos y egresos de agua en el adulto sano. (ml/día)		
	Normal	Ejercicio intenso y prolongado
Ingresos		
Líquidos ingeridos	2,100	¿?
Metabolismo	200	200 ml.
Total de ingresos	2,300	¿?
Egresos		

Pérdidas insensibles: Piel	350	350 ml.
Pérdidas insensibles: Pulmón	350	650 ml.
Sudor	100	5,000 ml.
Heces	100 ml.	100 ml.
Orina	1,400 ml.	500 ml.
Total de pérdidas	2,300 ml.	6,600 ml.

2.1.3 Etiología de la enfermedad renal.

La enfermedad renal se puede clasificar en aguda o crónica, esto dependiendo por el tiempo de evolución. Según la Kidney Disease Improved Global Outcomes (KDIGO) se considera Enfermedad Renal Aguda (ERA) cuando hay una disminución de la eliminación de desechos en horas o días, mientras que la Enfermedad Renal Crónica (ERC) es cuando hay disminución de la tasa de filtrado glomerular por debajo de 60 ml/min acompañada de anormalidades por más de tres meses. (11) En el presente trabajo se ahondará más en la Enfermedad Renal Crónica.

- Enfermedad Renal Aguda (ERA)

Los factores de riesgo en la enfermedad renal aguda se pueden clasificar en modificables y no modificables. Dentro de los no modificables tenemos a la edad (>65 años). Entre los factores de riesgo modificables está el uso de medicamentos nefrotóxicos, medios de contraste, hipovolemia e infección. (11)

Es importante que se detecten los factores de riesgo a tiempo para permitir que el paciente logre recuperar su función renal y evitemos que esto progrese a una falla crónica.

- Enfermedad Renal Crónica. (ERC)

Los factores de riesgo en la enfermedad renal crónica así como en la enfermedad aguda se pueden clasificar en modificables y no modificables. Dentro de los modificables encontramos al consumo alto de proteínas, tabaquismo, obesidad, dislipidemia, hiperuricemia, descontrol glicémico, uso de fármacos nefrotóxico y mal control de la hipertensión arterial sistémica. Los factores no modificables se atribuyen a la edad, género, raza, presencia de Diabetes mellitus, factores genéticos, nacimiento con bajo peso y una disminución del número de nefronas (las nefronas nunca se regeneran). (12)

México es un país que consume una gran cantidad de bebidas endulzadas. De acuerdo con la ENSANUT el consumo de bebidas endulzadas en preescolares es del 85.7%, escolares del 90.9%, adolescentes 90.7% y en adultos del 86.7%. Esto tiene un gran impacto a nivel nutricional, incrementando el riesgo de padecer Diabetes mellitus tipo 2. (13)

La causa más común de la ERC es la nefropatía diabética, seguida de la nefroesclerosis hipertensiva y en tercer lugar se encuentra la glomerulonefritis (ya sea primaria o secundaria a enfermedades sistémicas). Lamentablemente la Diabetes Mellitus e Hipertensión arterial sistémica pueden coexistir y esto propicia a un mayor daño renal. (14)

2.1.4 Fisiopatología de la Enfermedad Renal.

- Enfermedad Renal Aguda (ERA)

La ERA se clasifica dependiendo del sitio donde se origine su disfunción. Como ya se mencionó anteriormente la ERA puede ser prerrenal, intrarrenal y posrenal. (15)

Recordemos que el riñón recibe el 25% del gasto cardiaco, en caso de recibir un menor aporte a este el riñón puede tolerarlo por cierto periodo, pero entre mayor sea la reducción del flujo sanguíneo a nivel renal se disminuirá progresivamente la filtración glomerular hasta ocasionar una falla renal aguda “prerrenal”. Esto ocasionará que disminuya la

diuresis y por lo tanto no se puedan eliminar correctamente los desechos tóxicos, por lo tanto se producirá un aumento de los azoados. (15)

Por otra parte, el daño “intrarrenal o parenquimatoso” se puede dar por daño a las estructuras internas del riñón. Este daño parenquimatoso principalmente es ocasionado primariamente por un daño en la perfusión renal. La hipoperfusión ocasiona hipoxia en las células tubulares renales y esto ocasiona necrosis y apoptosis celular. La ERA intrarrenal también puede ser ocasionada por fármacos nefrotóxicos como aminoglucósidos o contrastes. (15)

La ERA posrenal es el resultado porque no puede salir la orina y existe una obstrucción a su paso. Esta interrupción del flujo puede ser a nivel de los uréteres, vejiga o uretra. Debido a que existe una acumulación de la orina, esta sufre una presión retrógrada dañando así a las nefronas. Es así como todas estas circunstancias nos pueden ocasionar un daño renal. (15)

- Enfermedad Renal Crónica (ERC)

Independiente de la causa (Diabetes mellitus, Hipertensión arterial, etc.) de la ERC, ésta es ocasionada por una pérdida de las nefronas con un deterioro de la filtración, reabsorción y excreción tubular, así como también se alteran las funciones metabólicas y endocrinas. Debido a que hay un deterioro se disminuye la tasa de filtración glomerular lo cual nos indica que ya disminuyeron el número de nefronas, y las nefronas restantes tienden a tener un mecanismo de compensación, el cual es la hipertrofia estructural y funcional. La enfermedad es evidente cuando una gran cantidad de nefronas se destruyen y no se llevan a cabo los mecanismos de compensación.

A continuación mencionaré las alteraciones que pueden ocurrir ante una falla renal.

Acumulación de desechos nitrogenados.

Existen alteraciones a nivel sanguíneo que ocasionan en estadios avanzados manifestaciones por acumulación de desechos nitrogenados, como lo son el amoníaco, urea, ácido úrico y creatinina. La uremia es la elevación de la urea y ocurre cuando ya se han destruido dos terceras partes de la nefrona, por lo que al inicio de la enfermedad no son evidentes las manifestaciones clínicas. (14, 15)

Cuando existe la acumulación de estos desechos, principalmente de la urea, puede ocurrir una alteración bioquímica en líquidos y electrolitos, así como encefalopatía urémica, neuropatía periférica o prurito. Entre los síntomas más graves se encuentra astenia, anorexia, náuseas, emesis, dificultad para concentrarse, parestesias y confusión. (14,15)

Alteraciones hidroelectrolíticas.

Como ya se mencionó anteriormente los riñones se encargan de regular el volumen del líquido extracelular así como también de reabsorber o excretar ciertos electrolitos, pero en la enfermedad renal estas funciones se encuentran alteradas y puede existir desde una deshidratación o sobrecarga de líquidos. Generalmente los pacientes con daño renal no pueden concentrar la orina, por lo cual presentan una orina casi isotónica al plasma y muchos de los electrolitos que deberían excretarse se acumulan a nivel sanguíneo ocasionando complicaciones. Las alteraciones electrolíticas que pueden suceder son hiponatremia, hiperpotasemia, hiperfosfatemia, hipocalcemia e hipermagnesemia. (16)

Equilibrio ácido base.

La regulación del equilibrio ácido base está a cargo del riñón y el pulmón. Cuando existe una alteración en la función del riñón, éste no es capaz de eliminar el hidrógeno ni de reabsorber el bicarbonato lo cual ocasiona una acidosis metabólica. Dependiendo de la gravedad de la enfermedad renal empeorará la acidosis. (17)

Alteraciones hormonales y metabólicas.

El riñón se encarga de la biotransformación de la forma activa de la vitamina D, pero al existir un daño renal esta función se altera y desencadena una disminución del calcitriol.

Al existir una menor cantidad de calcitriol la hormona paratiroidea tiende a aumentar, ocasionando hiperfosfatemia e hipocalcemia. (17)

También tiende a ocurrir un estado anémico, ya que el riñón al no producir la suficiente cantidad de eritropoyetina, no se puede estimular lo suficiente a la médula ósea y ocasiona disminución de los eritrocitos, por ello es una anemia hipotrófica. Pero también la disponibilidad del hierro disminuye y ocasiona que sea una anemia hipocrómica. Pueden existir otros factores que alteren la eritropoyesis como la supresión de la médula ósea por las toxinas urémicas, déficit de hierro o folates, e inclusive por hemólisis. Es por ello que los pacientes presentan clínica de anemia como lo es la fatiga, debilidad, taquicardia, disminución de la función cognitiva entre otros. (17)

Comorbilidades asociadas a la enfermedad renal.

- Diabetes mellitus (DM)

La Diabetes Mellitus es la causa más común de la enfermedad renal crónica y se asocia a un mal control de la glucemia, por lo cual se recomienda que para evitar ésta complicación se tenga una hemoglobina glucosilada (HbA1c) menor a 7%. (17)

- Hipertensión arterial sistémica (HAS)

La HAS es una causa importante del daño renal crónico por el aumento progresivo y sostenido de la presión arterial. Es por ello que para disminuir el riesgo de la falla renal crónica se debe tener un correcto control. De acuerdo con las guías europeas de hipertensión arterial de 2018 el objetivo es tener presiones menores a 140/90 mmHg. en los menores de 65 años, mientras que los mayores de esta edad deben conseguir una presión arterial sistólica entre 130-139 mmHg. (18)

2.1.5 Epidemiología de la Enfermedad Renal Aguda y Crónica

Los datos epidemiológicos de la enfermedad renal aguda en México son escasos o limitados. Esto se debe a que la mayoría de los datos estadísticos son de países de alto

nivel socioeconómico, donde la etiología y población es completamente diferente. Se estima que 1 de cada 5 adultos y 1 de cada 3 niños puede desarrollar falla renal aguda. (19)

La Sociedad Internacional de Nefrología realizó un estudio de las muertes ocasionadas por la falla renal aguda y se encontró que en total se estiman 1.7 millones de muertes por ERA y de estos, 1.4 millones ocurren en países de nivel socioeconómico medio-bajo. De acuerdo a Chávez Iñíguez, et. al. se encontró a través de una revisión sistemática que la mayoría de los pacientes con falla renal aguda se encontraban en el segundo nivel de atención, siendo en su mayoría hombres con una edad media de 51 años.(19)

En los países en desarrollo como lo es México, se encontró que la ERA era más frecuente en la población de 30-40 años, en ausencia de comorbilidades, pero asociada a condiciones insalubres o consumo de sustancias nefrotóxicas, e inclusive se asoció con complicaciones obstétricas. (19) Aún hacen falta más estudios que nos indique la prevalencia, incidencia y mortalidad de la falla renal aguda en México.

Por su parte, la epidemiología de la Enfermedad Renal Crónica en México está mucho más estudiada ya que en nuestro país existe una alta prevalencia de las dos principales comorbilidades asociadas a este padecimiento: Diabetes Mellitus e Hipertensión Arterial Sistémica. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) en el año 2016 la ERC ocasionó 13,132 muertes, ocupando el décimo lugar de muertes totales y el noveno lugar en la mortalidad en mujeres.(20)

Méndez Durán menciona que el 11% de la población total de México padece algún grado de enfermedad renal crónica principalmente ocasionado por la Diabetes mellitus e Hipertensión arterial sistémica(21), mientras que el Instituto Nacional de Salud Pública de México refiere que la prevalencia de ERC fue del 12.2% y hubo 51.4 muertes por cada 100 mil habitantes en el año 2017. Igualmente se estimó que de todos los pacientes

diabéticos mexicanos tienen algún grado de insuficiencia renal, estimándose que hasta 98% de 6.2 millones de mexicanos tienen ERC por diabetes en etapas tempranas. (22,23)

A nivel mundial la hemodiálisis es el método de terapia renal sustitutiva más empleado. Se considera que representa el 69% de todos los tratamientos de sustitución renal y el 89% de las diálisis (diálisis peritoneal y hemodiálisis). (22)

De acuerdo a una encuesta de 2018 de 182 países se estimó que el uso de hemodiálisis fue de 298.4 por millón de habitantes. Lamentablemente el tratamiento se puede ver afectado, principalmente en grupos de población vulnerable como lo son los niños, ancianos, mujeres, pueblos indígenas y aquellos que tienen un nivel socioeconómico no favorable. (24)

Se ha demostrado que las mujeres tienen un riesgo de muerte 15 mayor que los hombres, esto se ha atribuido a un aumento en la prevalencia de enfermedades inflamatorias. (24)

A continuación una gráfica en donde se muestra la incidencia de Enfermedad Renal tratada por sexo en diferentes países en 2018. Las incidencias fueron más altas en México, Taiwán y Hungría, mientras que las incidencias más bajas fueron en Kazajstán, Finlandia, Islandia, Colombia, Chile, Bangladesh, Ucrania y Sudáfrica. La gráfica solo es una representación de los datos que se pudieron recolectar y se debe tener precaución al hacer comparaciones directas. (24)

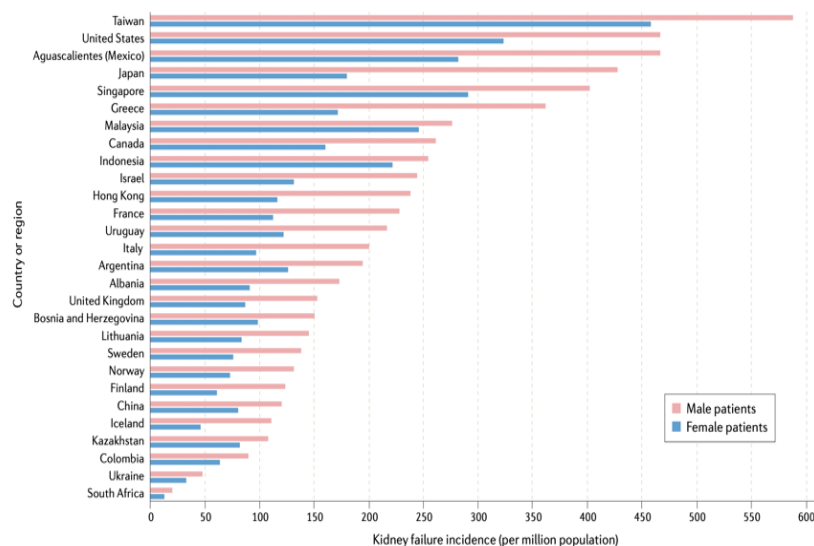


Figura 11. Incidencia de la Enfermedad Renal a nivel mundial y su tratamiento por sexo.(24)

En México la hemodiálisis ha ido en aumento y aunque aún no es la principal terapia renal sustitutiva, probablemente siga en ascenso su uso. Como ya se mencionó anteriormente se ha reportado que el 41% de los pacientes que requieren terapia sustitutiva se encuentran en hemodiálisis. (25) Debido a estos datos debemos prestar real atención en la prevención de las principales etiologías de la ERC así como dar el correcto tratamiento de la enfermedad.

2.1.6 Clasificación de la Enfermedad Renal.

Enfermedad Renal Aguda.

La enfermedad renal aguda se clasifica de acuerdo a su etiología, los biomarcadores , tiempo de evolución y estadios. (15)

- Etiología: Prerenal, parenquimatosa o intrarrenal y post renal. (15)
- Biomarcadores: Existen nuevos biomarcadores que nos permiten conocer precozmente si existirá alguna falla renal. Entre estos se considera la N-Acetilglucosamina (NAG), la proteína enlazadora de ácidos grasos hepáticos (L-FABP), glutathion S transferasa (GST), cistatina C (C-C), lipocalina asociada a

gelatinasa de neutrófilos (NGAL), Interleucina 18 (IL-18) , inhibidor tisular de metaloproteinasa-1 proteína de unión al factor de crecimiento similar a la insulina 7 (TIMP2-IGFBP7) y la molécula de injuria renal (KIM-1). La aparición de estos marcadores sigue en estudio para poder conocer con mayor exactitud el tiempo que aparecen antes, durante o posterior al daño renal. A partir de esto se clasifica en los siguientes grupos: (15)

- Sin alteración funcional ni daño renal: La creatinina y la C-C están normales, mientras que los biomarcadores se encuentran negativos.
 - Falla renal aguda subclínica o sin alteración funcional, pero con daño renal: Cuando la creatinina y la C-C se encuentra normal, pero el biomarcador es positivo.
 - Falla renal aguda pre-renal o alteración de la función sin daño renal: Creatinina y C-C elevada, con biomarcadores negativos.
 - Falla renal aguda intrínseca o alteración de la función con daño renal: La creatinina y C-C se encuentra elevada así como el biomarcador se encuentra positivo.
- Temporalidad: Se clasifica en transitoria y persistente. Se considera transitoria cuando es menor a las 72 horas y persistente cuando excede este tiempo y aún no se normaliza. (15)
- Estadios de acuerdo a la AKI-KDIGO: Para poder hacer esta clasificación se considera el nivel de creatinina sérica y la diuresis.(18)
- Estadio 1: Aumento de creatinina sérica >0.3 mg/dL o Creatinina sérica de 1.5-1.9 del nivel basal. La diuresis se mantiene <0.5 ml/kg/hora por 6-12 horas.
 - Estadio 2: Creatinina sérica de 2.0 – 2.0 del nivel basal, la diuresis es <0.5 ml/kg/hora por más de 12 horas.
 - Estadio 3: Creatinina sérica en 3 del nivel basal o necesidad de terapia de reemplazo renal. La diuresis es <0.3 ml/kg/hora por más de 24 horas o anuria mayor a 12 horas.

Enfermedad Renal Crónica.

La Enfermedad Renal Crónica está definida como aquella pérdida irreversible de la función renal (independiente de su severidad) que ocasiona cambios metabólicos y endocrinos. La pérdida de la función puede presentarse a lo largo de meses o años, pero si no se realiza una intervención en un estadio temprano culmina en la muerte. (16)

Existen dos guías a nivel internacional que nos ayudan a clasificar la ERC, estas son: K/DOQI (Kidney/Dialysis Outcome Quality Initiative) y la KDIGO (Kidney Disease: Improving Global Outcomes). De acuerdo con la K/DOQI la ERC se clasifica por la función de la filtración glomerular en 5 estadios que a continuación se mencionan:

Tabla 2. Estadios de la Enfermedad Renal Crónica. (18)

ESTADIO	DESCRIPCIÓN	FG (mL/min/1.73m²)
I	FG normal, daño renal	> 90
II	ERC leve	60-89
III	ERC moderada	30-59
IV	ERC severa	15-29
V	ERC terminal	< 15
FG: Filtración glomerular.		

La Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO) clasificó la Enfermedad Renal Crónica en estadios de acuerdo a la tasa de filtración glomerular (TFG) y el grado de albuminuria. (18)

Tabla 3. Clasificación de la Enfermedad Renal Crónica por la KDIGO. (18)

Filtrado glomerular Categorías, descripción y rangos (ml/min/1.73 m ²)		Categorías de albuminuria persistente		
		A1	A2	A3
		Normal o levemente aumentado.	Moderadamente incrementado.	Severamente incrementado.
		<30 mg/g <3 mg/mmol	30-300 mg/g 3-30 mg/mmol	>300 mg/g >30 mg/mmol
G1	Normal o alto			
G2	Levemente disminuido			
G3a	Leve a moderadamente disminuido			
G3b	Moderado a severamente disminuido.			
G4	Gravemente disminuido			
G5	Fallo renal			
Verde: Bajo riesgo. / Amarillo: Moderado riesgo. / Naranja: Alto riesgo. / Rojo: Muy alto riesgo.				

De acuerdo a la tasa de filtrado glomerular se clasifica en: (18)

- Estadio 1 o G1: La TFG se encuentra normal o alto (>90 ml/min/1.73 m²).
- Estadio 2 o G2: La TFG se encuentra levemente disminuido (60-89 ml/min/1.73 m²).

- Estadio 3a o G3a: La TFG se encuentra disminuida en un grado leve-moderado (45-59 ml/min/1.73 m²).
- Estadio 3b o G3b: La TFG se encuentra disminuida en un grado moderado-grave (30-44 ml/min/1.73 m²).
- Estadio 4 o G4: La TFG disminuyó gravemente (15-29 ml/min/1.73 m²).
- Estadio 5: Existe un fallo renal (<15 ml/min/1.73 m²)

Dependiendo del estadio en el que se encuentre al paciente se tendrá que realizar otra clasificación, la cual dependerá del grado de albuminuria: (18)

- A1: Normal o aumento leve (<30 mg/g)
- A2: Aumento moderado (30-299 mg/g)
- A3: Aumento grave (>300 mg/g)

Cualquiera de las dos clasificaciones nos ayudan a conocer el grado de enfermedad renal del paciente, pero es importante resaltar que existen varias ecuaciones para poder calcular la tasa de filtrado glomerular, entre ellas se encuentra la MDRD-4, MDRD-4 IDMS, MDRD-6, Cockcroft Gault y CKD-EPI. Dentro de las más aceptadas está la CKD-EPI que predice de forma más precisa el pronóstico, pero se pueden utilizar y comparar las demás ecuaciones para poder estadificar al paciente renal. (18)

2.1.7 Diagnóstico de la enfermedad renal aguda y crónica.

Para poder realizar el diagnóstico de Enfermedad Renal primeramente se debe establecer el tiempo de evolución, es decir, aguda o crónica. Para esto es importante realizar una completa historia clínica para poder indagar en las causas del daño, buscar si existe daño en algún otro órgano, analizar la volemia y hemodinamia del paciente y dependiendo de eso determinar el tiempo de evolución. Si el daño ha sido en el lapso de menos de 15 días se considerará una Enfermedad Renal Aguda, mientras que si es de 15 días a 3 meses se considerará Enfermedad Renal SubAguda y finalmente mayor a 3 meses es considerada una Enfermedad Renal Crónica. (14)

Posteriormente se tendrá que determinar a través de análisis bioquímicos la función renal. Entre los laboratorios más solicitados encontramos a la creatinina, nitrógeno ureico en sangre (BUN), urea, electrolitos séricos, y gasometría. En algunas ocasiones también se puede requerir una citometría hemática, pruebas de funcionamiento hepático, exámenes generales de orina y ultrasonido renal. Existen otros estudios de gabinete que se solicitan para poder complementar el diagnóstico entre los que encontramos la pielografía, TAC, angio-TAC, arteriografía, angio resonancia, uroresonancia. Rara vez se solicitará una biopsia renal debido a los riesgos que esta tiene.

Parámetros bioquímicos.

- Creatinina

La creatinina es un producto de desecho de la creatina muscular. La creatinina se excreta a través de la orina en un 90% y por ello nos permite conocer la filtración renal. Este compuesto está influido por la masa muscular, actividad muscular y el consumo de carne.(24) Como ya se mencionó anteriormente la Enfermedad Renal se clasifica de acuerdo al tiempo de evolución pero también en estadios. Estos estadios están dados por el nivel de creatinina sérica que nos permitirá conocer la Filtración Glomerular. La filtración glomerular nos indicará la cantidad de líquidos que es filtrado a nivel del riñón. Entre las fórmulas más conocidas se encuentra: Cockroft-Gault (poco usada actualmente), CKD-EPI (Chronic Kidney Disease -Epidemiology Collaboration) y MDRD (Modification of Diet in Renal Disease). (15) De todas estas ecuaciones que emplean el nivel de creatinina la que se considera con mayor exactitud es la CKD-EPI ya que permite conocer con mayor certeza la funcionalidad renal y el riesgo de mortalidad. Pero en el caso de los pacientes adultos con diabetes se recomienda la MDRD. Si el paciente en dos ocasiones en un periodo de 3 meses presenta una filtración glomerular menor a 60 ml/min se considera un paciente renal crónico. (18)

- Urea y Nitrógeno ureico en sangre (BUN)

Los niveles de estos compuestos se pueden elevar cuando existe un daño renal, su sensibilidad y especificidad son bajas pero al elevarse indican un daño severo. La urea puede verse afectada por causas extrarrenales como las proteínas de la dieta o propias del riñón. Es importante considerar que muchas veces la urea y BUN van a estar elevados mientras que la creatinina estará en rangos normales. (26)

- Examen general de orina

La proteinuria puede ocurrir en sujetos sanos o con falla renal, pero depende de la cantidad de proteínas que se excretan. Una de las proteínas más importantes que se elimina en la orina es la albúmina. Esta proteína nos permite diagnosticar con mayor especificidad y sensibilidad patologías glomerulares y se excreta en caso de daño renal. Se consideran microalbuminuria cuando el rango es de 30-300 mg/g y macroalbuminuria cuando es >300 mg. (26)

- Ácido úrico

Se encuentra elevada su concentración a nivel sanguíneo por un aumento en su producción o por su disminución en la excreción renal. Este compuesto que tiene una capacidad antioxidante al estar en exceso genera un estado pro inflamatorio, lo cual afecta la presión arterial, y esto a su vez repercute en la irrigación renal. (26)

- Electrolitos séricos

Existe una disminución de la excreción de sodio, potasio y fósforo lo cual puede ocasionar complicaciones e inclusive la muerte. (26)

2.1.8 Tratamiento médico.

Antes de iniciar con el suministro de algún fármaco se debe conocer la etiología de la falla renal aguda o crónica.

En la Enfermedad Renal Aguda se deberá dar el tratamiento de acuerdo a la etiología: prerrenal, intrínseca o posrenal. En la falla prerrenal al estar relacionado con baja perfusión renal se debe reponer el volumen con soluciones intravenosas o inclusive si es necesario realizar transfusiones sanguíneas. Si es necesario agregar otro fármaco lo deberá hacer el médico responsable encaminado a la causa. Mientras que en la falla parenquimatosa se deberá buscar la causa, es decir, conocer si el daño es túbulo intersticial, glomerular o vascular. Dependiendo de ésta se dará el tratamiento médico ya que son múltiples las causas. Finalmente en la falla posrenal al ser de causa obstructiva se deberá permitir el flujo de orina para evitar el flujo retrógrado. (15)

Por su parte, en la Enfermedad Renal Crónica así como en la aguda se debe encontrar la causa. Pero es importante resaltar que las principales causas son la Hipertensión Arterial Sistémica y la Diabetes mellitus tipo 2, y por ello se deben tener medidas renoprotectoras como antihipertensivos y un buen control de la glucemia. Los fármacos más usados para la renoprotección son los bloqueantes del Sistema de Renina Angiotensina Aldosterona como los IECA y ARA II, pero también se puede emplear diuréticos (de asa, tiazídicos, antialdosterónicos). Además de estos fármacos se debe dar el tratamiento en caso de mal control de la glucosa, dislipidemia, hiperuricemia o acidosis metabólica. Una de las complicaciones frecuentes en la ERC es la anemia, a lo cual se debe indicar el tratamiento con eritropoyetina o suplementos de hierro. (20)

Terapias de reemplazo renal.

La terapia de reemplazo renal (TRR) es aquel recurso terapéutico que permite purificar la sangre y poder eliminar los desechos que el riñón ya no puede excretar. Entre estas terapias de reemplazo renal encontramos a la diálisis peritoneal, hemodiálisis y trasplante renal. Las principales indicaciones para iniciar cualquiera de las dos terapias de reemplazo renal son: *“síndrome urémico grave, sobrecarga de volumen que no responde a diuréticos, hiperkalemia no controlada, acidosis metabólica grave, sangrado masivo, pericarditis urémica y taponamiento cardiaco.”* (25)

Debido a que el presente trabajo se enfoca en la hemodiálisis, esta TRR será abordada en los antecedentes específicos.

Diálisis peritoneal

En México la diálisis peritoneal es la más empleada debido a que tiene un costo más bajo que la hemodiálisis. En esta se emplea una bolsa con líquido de diálisis que irá conectada por medio de un catéter a la cavidad abdominal, donde posteriormente se drenará el líquido con desechos en otra bolsa. Existen dos tipos, la Diálisis Peritoneal Continua Ambulatoria (DPCA) y la Diálisis Peritoneal Automatizada (DPA). La DPCA es aquella que los pacientes realizan desde su hogar y previamente se les tiene que dar un correcto asesoramiento. (27) A continuación se mencionan las ventajas y desventajas de esta terapia de reemplazo.

Tabla 4. Ventajas y desventajas de la diálisis peritoneal. (25,28)

Diálisis peritoneal	
Ventajas	Desventajas
Mejor preservación de la función renal residual.	Riesgo de infecciones de peritoneo.
Mayor estabilidad hemodinámica	Sensación de plenitud por el líquido de diálisis en el abdomen.
Mejor control de la anemia.	Mala realización por parte del paciente.
No requiere acceso vascular.	
No requiere anticoagulación.	

Menor interferencia con el estilo de vida, por ello hay mayor independencia y movilidad.	
--	--

Trasplante renal.

Mientras que el tratamiento para la insuficiencia renal crónica debe ser escogido por el paciente de acuerdo a sus necesidades, sus posibilidades y a su criterio, el tratamiento definitivo debe ser el trasplante renal, preferencialmente de donante vivo. Por desgracia la demanda de órganos impide muchas veces esta resolución, por lo que los pacientes terminan eligiendo entre la hemodiálisis y la diálisis peritoneal.(29)

Los pacientes que requieren dicho trasplante usualmente son los que sufren de daño renal terminal, donde los riñones pierden hasta el 90% de su capacidad renal, por lo que necesitan de hemodiálisis y, eventualmente, trasplante. La principal adversidad que se presenta para este tipo de procedimientos es la poca participación de la población para la donación de órganos, ya sea por una persona viva o que, al fallecer, acceda a donar sus órganos. (29)

El trasplante de riñón ha hecho posible que personas con necesidad de hemodiálisis puedan recuperar su “vida cotidiana”, gracias a que el riñón sano será capaz de eliminar y controlar los niveles de líquido y desechos en el cuerpo, ayudando así al cuerpo a recuperar su homeostasis y evitando complicaciones ocasionadas por la insuficiencia renal (como la Diabetes, Hipertensión Arterial Sistémica, Glomerulonefritis y Enfermedad Renal Poliquística). (29)

Sin embargo, el trasplante renal también presenta sus desventajas, con una tasa relativamente elevada de mortalidad, sobre todo de origen cardiovascular e infeccioso y, en menor medida tumoral. Aunado a esto existen diversos estudios donde se reporta un

rechazo de los injertos a largo plazo, por lo que es importante la vigilancia constante del paciente trasplantado. (29)

2.2 Antecedentes Específicos.

2.2.1 Hemodiálisis.

2.2.1.1 Historia de la hemodiálisis.

La hemodiálisis, como cualquier descubrimiento médico, ha tenido su largo recorrido a lo largo de los anales de la historia de la medicina con, quizás, unos orígenes bastante humildes. Para describir a la hemodiálisis nos tenemos que remontar al año 1861, donde un profesor de química llamado Thomas Graham de la “University College of London” demostró el paso de solutos a través de una membrana semipermeable, la cual sigue un gradiente de concentración. A este proceso lo denominó “diálisis”.(30)

En 1913 el profesor John Jacob Abel, junto con Leonard Rowntree y Bernard Turner, se dieron a la tarea de construir un “aparato de vividifusión”, el cual les permitió extraer sustancias tóxicas (salicilato y fenolsulfonftaleína) de la sangre de animales con los que este equipo trabajaba. Posteriormente el profesor Abel viajó a Londres y un periodista del Times acuñó el término de “riñón artificial” al aparato de vividifusión. (30)

Sin embargo la verdadera prueba con humanos y, por ende, la primera hemodiálisis, no verá la luz hasta 1924 gracias al alemán George Hass que, después de una historia de numerosos experimentos con animales y de observar el fenómeno denominado “nefritis de la trinchera” durante la Primera Guerra Mundial, realizará la primera hemodiálisis a un paciente urémico, aunque este proceso no vería resultados positivos. (30,31)

Durante los años de 1924 y 1927 Hass, experimentó con 6 pacientes, siendo el primero utilizado para demostrar la seguridad y factibilidad del procedimiento (por lo que el proceso en el primer paciente duró solo 15 minutos), y los demás procedimientos 30

minutos, sin llegar a resultados satisfactorios lo que causó el desánimo de Hass. Sin embargo cabe recalcar que Hass fue el primero en utilizar Hirudina y heparina para sus procedimientos. (31)

El médico holandés Wilhem Johan Kolff en equipo con el ingeniero mecánico Hendrick Berck lograron inventar el riñón artificial y así se logró salvar la vida de una paciente llamada Sofia María Schafstadt que recuperó su función renal. A esta paciente se le logró extraer 60 g de urea por un tiempo de dializado de 11 horas. (31) Este riñón artificial estaba construido por un “tambor giratorio”, el cual era un tubo de celofán que estaba enrollado en aluminio, y este giraba en una solución de lavado (conocido actualmente como dializado). Para que pudiera bombear la solución se usó la bomba de un motor de un automóvil Ford T. (30,31)

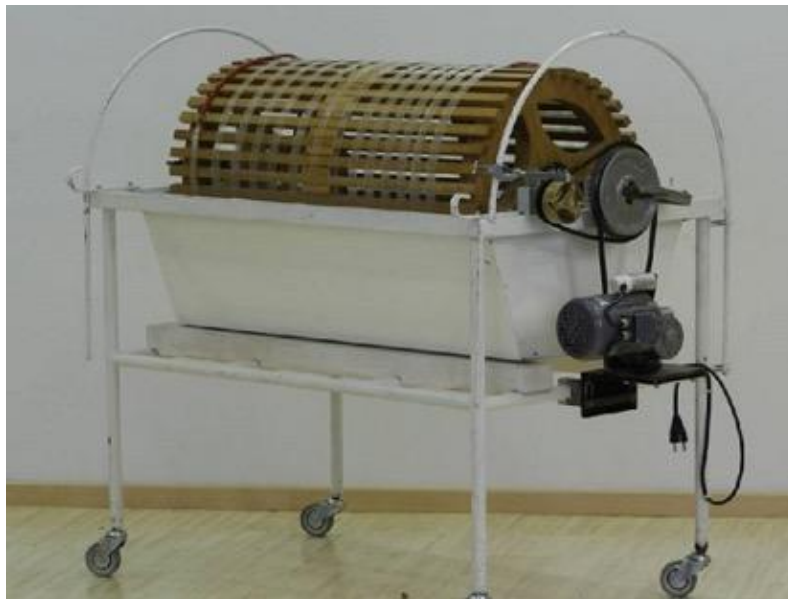


Figura 12. Riñón de Kolff. (30)

A pesar de este logro, no fue posible expandir este conocimiento por los tiempos que azotaban a la aquel entonces desolada Europa, motivo que impidió el intercambio entre Wilhem Johan Kolff y los investigadores Nils Alwall en Suecia y Gordon Murray en Toronto; dichos científicos lograrían realizar sesiones de hemodiálisis con éxito poco tiempo después. (30)

Como dato de interés, Koff construyó múltiples de sus “riñones artificiales” y los donó a lo largo del mundo, además de facilitar sus planos para la creación de su aparato. Canadá fue de los primeros en recibir esta tecnología con los brazos abiertos y actualmente el riñón original se conserva en Montreal . Sin embargo se encontró cierta resistencia a lo largo del mundo ya que aún se consideraba que el mejor tratamiento para la insuficiencia renal era la dieta, esteroides y el manejo del balance hídrico. (31)

En latinoamérica, la primera hemodiálisis se realizó en Brasil, en el año de 1949, cuando Tito Riberio de Almeida utilizó un riñón construido artesanalmente, del cual se basó en el diseño canadiense. En Estados Unidos, para el año de 1959, ya existían más de 100 riñones artificiales, incluyendo el riñón que fue donado por Koff al hospital Mount Sinai de Nueva York. (31)

En los años venideros se introducirían 2 creaciones que facilitarían el proceso de hemodiálisis de una manera nunca vista en aquellos años. En 1960, se introdujo el shunt arteriovenoso a cargo de Wayne Quinton y Beldin Scribner; y en 1964 James Cimino, Michael Brescia y Keith Appel introdujeron la fistula arteriovenosa. Estas creaciones abrieron una nueva puerta a la hemodiálisis, proporcionando un acceso a largo plazo para la hemodiálisis repetida, introduciendo así a la terapia de sustitución de la función renal. (30)

En México se inició el despegue de la diálisis cuando en 1962 se implementó el primer programa de hemodiálisis en el Hospital de Enfermedades de la Nutrición. Posteriormente en el Instituto Nacional de Cardiología se realizó un programa de hemodiálisis, sumándose después el Hospital General del Centro Médico Nacional del IMSS. (32)

2.2.1.2 Hemodiálisis en la época actual.

Desde que la Terapia de Reemplazo Renal (Diálisis peritoneal y hemodiálisis) se introdujo en Latinoamérica se han abierto una gran cantidad de unidades para aplicar esta terapia.

A inicios del siglo XXI en el mundo la técnica más utilizada era la hemodiálisis pero en nuestro país la diálisis peritoneal era la más empleada. Se reporta que en 2002 la frecuencia de diálisis peritoneal era del 85% mientras que la hemodiálisis un 15%. (32)

Actualmente en nuestro país la hemodiálisis ha tenido un auge debido a que existe un abandono a la diálisis peritoneal por sus complicaciones. De acuerdo con los datos del IMSS se reporta que de todos los pacientes en alguna terapia de reemplazo renal 59% están en diálisis peritoneal y 41% en hemodiálisis. Lo cual nos habla de un gran aumento de la hemodiálisis en los últimos años. (32)

Lamentablemente los costos han sido una gran limitante para aplicarlo en todos los pacientes que requieran una terapia de reemplazo renal. De acuerdo con un estudio llamado Enfermedad Renal Crónica y su atención mediante tratamiento sustitutivo en México (ERCET) se estimó que del total de pacientes que requieren hemodiálisis solo a un 10% se le podría dar el tratamiento por el limitado presupuesto. (32)

2.2.1.3 Indicaciones en la hemodiálisis.

La hemodiálisis como tratamiento para corregir el funcionamiento renal siempre será una herramienta indispensable. Se ha llegado a la conclusión de que el estado hemodinámico del paciente, la aparición de alteraciones en la coagulación y la disponibilidad de las unidades, junto con el personal experimentado para usarlos, son los indicadores necesarios para determinar el modelo de depuración que se debe usar.

La hemodiálisis se utiliza para diversas enfermedades, por ello las dividiremos en causas renales y no renales. (33,34,35)

- Indicaciones renales (33,34,35)
 - Tasa de filtración glomerular $<15 \text{ ml/min/1.73 m}^2$.
 - Anuria o diuresis menor a 200 ml/12 horas.
 - Alteraciones electrolíticas graves.

- Hiperkalemia.
 - Hipermagnesemia.
- Síndrome hepatorenal.
- Sobrecarga hídrica resistente a diuréticos.
- Acidosis metabólica severa
 - pH <7.15 refractaria al manejo médico.
- Síndrome urémico
 - Nitrógeno ureico en sangre >100 mg/dL.
- Indicaciones no renales. (33,34,35)
 - Falla multiorgánica.
 - Edema pulmonar refractario.
 - Insuficiencia cardiaca congestiva y cirugía cardiaca.
 - Falla hepática fulminante.
 - Encefalopatía hepática.
 - Intoxicaciones de fármacos o sustancias dializables.
 - Síndrome de lisis tumoral.
 - Pericarditis.
 - Hipertermia refractaria a técnicas regulares de enfriamiento.

También se puede indicar la hemodiálisis en falla renal aguda dependiendo de la urgencia, como a continuación mencionaré:

Tabla 5. Recomendaciones para el inicio de la terapia renal sustitutiva en Enfermedad Renal Aguda. Tomado de Gaceta Médica de México. (34)

Situación	Indicaciones para iniciar la Terapia Renal Sustitutiva		
	Más urgente.	Poco urgente.	No urgente.
Equilibrio ácido base.	Acidosis metabólica, pH <7.2	pH 7.2-7.3	pH >7.3 o no disponible
Electrolitos.	Potasio >6.5 mEq/L o cambios en el electrocardiograma.	Potasio 6.0-6.5 mEq/L.	Potasio <6.0 mEq/L.
Ingestión.	Ingesta de toxinas	No aplica.	No aplica.
Sobrecarga	Anasarca masiva. Falla respiratoria FiO ₂ >0.7 Diuresis <100 ml en 24 horas.	Edema 2 o 3 cruces. Hipoxemia FiO ₂ 0.5-0.7 Diuresis 100-500 ml en 24 horas.	Edema 1 cruz. Diuresis >500 ml en 24 horas
Uremia	Síntomas urémicos Alteración del estado mental	Nitrógeno ureico en sangre (BUN) 60-130 mg/dL	Nitrógeno ureico en sangre (BUN) <60 mg/dL
Recomendaciones	Si alguna de estas variables está presente se debe iniciar la terapia.	Si ≥ 3 variables están presentes iniciar la terapia. Si 1-2 variables están presentes no se requiere la terapia. Revalorar posteriormente.	No iniciar la terapia.

2.2.1.4 Contraindicaciones de la hemodiálisis.

La hemodiálisis se contraindica en los siguientes casos:

- Dificultad para obtener un acceso vascular. (26)
- Insuficiencia hepática grave. (26)
- Enfermedad psiquiátrica y/o retraso mental con riesgo para la realización de la hemodiálisis. (26)
- Cardiopatías congénitas complejas. (26)
- Miocardiopatías con fracción de eyección <30 ml/min. (26)
- Implante valvular. (26)
- Cardiopatías con riesgo de infarto agudo del miocardio o muerte durante el procedimiento. (26)
- Patologías relacionadas con la coagulación o que tengan alto riesgo de sangrado.
- Paciente en cuidados paliativos. (33)
- Alta probabilidad de no recuperación de la función renal en pacientes que no son candidatos para diálisis a largo plazo. (33)

2.2.1.5 Mecanismo de la hemodiálisis.

La hemodiálisis funge como un “riñón artificial” y a través de éste se interpone una membrana semipermeable entre la sangre y el líquido de diálisis, esto se realiza utilizando un filtro o dializador. Por medio de la membrana semipermeable circulan solutos y agua. Los solutos pueden ser de pequeño o mediano peso molecular, pero ninguna proteína o célula muy grande. (36)

Para que se pueda realizar el proceso de filtrado se requieren dos mecanismos de transporte: difusión o conducción, y ultrafiltración o convección. (36)

El transporte por difusión o conducción es cuando se transportan pasivamente los solutos a través de la membrana y es resultado de la diferencia de concentración entre los

compartimentos. La difusión de un soluto a través de la membrana depende del Coeficiente de Transferencia de Masas para la Urea (K_{oA}) y el gradiente de concentración. La capacidad que tiene el dializador para eliminar las moléculas determina la eficiencia de éste y es medido con el K_{oA} . Por otra parte está el gradiente de concentración que refleja la diferencia de concentraciones entre los compartimentos (sangre y dializado). (36)

El mecanismo por convección o ultrafiltración permite eliminar el líquido que cruzó la membrana, es decir, del agua plasmática con los solutos que sí atravesaron la membrana. El transporte por ultrafiltración depende del coeficiente de cribado (SC), concentración sanguínea del soluto (C_b) y el coeficiente de ultrafiltración (K_{uf}). El K_{uf} mide la permeabilidad y su capacidad para transferir agua. Dependiendo del K_{uf} la hemodiálisis puede ser de alto y bajo flujo. Se considera alto flujo cuando el K_{uf} es >40 ml/hora/mmHg, flujo intermedio 20-40 mmHg mientras que el de bajo flujo es <20 ml/hora/mmHg. (36)

Para que los solutos urémicos puedan ser eliminados se deben transferir al dializado, es decir, se transfiere un soluto de un compartimiento a otro a través del dializador. A este proceso se le conoce como transferencia de masas y se determina por la difusión de los solutos y el gradiente de concentración. Igualmente se mide el aclaramiento, que indica la eficacia del filtro. El aclaramiento representa la transferencia de masas por la concentración sérica del soluto. (37)

Finalmente para saber las dosis de diálisis se recomienda calcular el Kt/V . K representa la urea, t representa el tiempo y V es el volumen de distribución de la urea. (36)

2.2.1.6 Actividad física en la hemodiálisis

Se ha demostrado que la realización de ejercicio físico tanto aeróbico como anaeróbico reduce el grado de sarcopenia gracias al aumento progresivo de la masa muscular y la fuerza muscular. Se recomienda el ejercicio de resistencia por ser un estímulo anabólico más potente. El ejercicio intradiálisis limita la intensidad y los tipos de ejercicio, pero se puede realizar ciclismo, entrenamiento de resistencia con bandas o pesas en los tobillos, generalmente se han realizado estudios donde el tiempo promedio es de 30 minutos.(38)

Se recomiendan 30 minutos 3 veces a la semana, siendo un ejercicio de baja-moderada intensidad. Otros ejercicios que se pueden realizar son actividades de baja intensidad como pasear al perro, ir de compras al supermercado, barrer; las actividades intra dialíticas más recomendadas son el ciclismo o ejercicio de resistencia; cuando el paciente se dé de alta puede realizar caminatas, ejercicio de resistencia o natación. Todo depende del estado del paciente. (38) Es importante no olvidar los beneficios del ejercicio físico como que mejora el consumo de oxígeno, el perfil lipídico, la salud mental. Se requiere de la evaluación por un fisioterapeuta para poderle dar seguimiento y evaluación.(39)

Las guías recomiendan a los pacientes en hemodiálisis que no tengan contraindicaciones que realicen al menos 150 minutos de actividad física de intensidad moderada a la semana.(39)

En pacientes que no pueden hacer ejercicio durante la hemodiálisis, se podría emplear la estimulación eléctrica neuromuscular para activar los músculos esqueléticos, aumentando así la fuerza muscular y el funcionamiento físico. (39)

Se recomienda en pacientes en diálisis hasta 180 min de ejercicio aeróbico con una intensidad de 11 a 13 en la escala de esfuerzo percibido o escala de Borg, 8-12 sesiones de ejercicios de resistencia en dos días no consecutivos por semana y 10 min de ejercicio de flexibilidad 5–7 días a la semana para pacientes en diálisis.(40)

Es importante considerar el contraindicar el ejercicio si el paciente tiene: menos de tres meses del inicio de la hemodiálisis, cualquier condición médica no controlada (fiebre, infección, infarto de miocardio reciente, dolor torácico no diagnosticado), enfermedades que se agraven con el ejercicio, hipertensión o hipotensión sintomática, trombosis venosa profunda, aumento excesivo de peso interdiálisis, glucosa en sangre >300 mg/dL, cetosis, hipoglucemia. (41)

2.2.2 Desgaste proteico energético.

Según la Sociedad Internacional de Nutrición y Metabolismo Renal (ISRNM), el Desgaste proteico-energético o conocido más por su nombre en inglés como Protein-energy wasting (PEW) se define como un estado de deficiencias nutricionales y metabólicas caracterizadas por la pérdida de proteínas corporales sistémicas y reservas de energía, lo que resulta en una disminución de la masa muscular y masa grasa.(42)

Este proceso es favorecido por la uremia, restricciones dietéticas y baja ingesta de proteínas. Además, la falta de actividad física incrementa la fragilidad en los pacientes con Enfermedad Renal Crónica.

La ISRNM propone criterios diagnósticos para el diagnóstico del Desgaste proteico-energético. Estos criterios se clasifican en 4 categorías: bioquímicos, masa corporal, masa muscular e ingesta dietaria.

Tabla 6. Criterios diagnósticos para Desgaste proteico-energético. (43)

Criterios diagnósticos según la ISRNM	
Bioquímicos	-Albúmina sérica <3.8 g/dL. -Prealbúmina/transtiretina <30 mg/dL (solo para pacientes en diálisis.) -Colesterol sérico <100 mg/dL.
Masa corporal.	-Índice de masa corporal <23 kg/m². -Pérdida de peso no intencionada >5% del peso en 3 meses o 10% en 6 meses. -Porcentaje total de grasa corporal <10%
Masa muscular.	-Reducción del 5% de la masa muscular en 3 meses o del 10% en 6 meses. -Área de la circunferencia muscular del brazo medio reducida (reducción >10% en relación con el percentil 50 de la población de referencia).
Ingesta dietaria.	Ingesta proteica dietaria baja no intencional <0.8 g/kg/día al menos durante 2 meses en pacientes en diálisis o <0.6 g/kg/día en pacientes con ERC en estadios II-V. Ingesta de energía dietaria baja no intencional <25 kcal/kg/día durante al menos 2 meses.

Se considerará que el paciente presenta el desgaste proteico-energético cuando cumpla un criterio de al menos 3 categorías.

Tabla 7. Criterios diagnósticos simplificados de la ISRNM. (44)

Criterios simplificados de la ISRNM	
Bioquímicos	Albúmina sérica <3.8 g/dL.
Masa corporal.	IMC <23 kg/m ² .
Masa muscular.	Creatinina sérica / Superficie corporal <3.8 mg/dL/L.m ²
Ingesta dietaria.	Tasa de catabolismo proteico normalizado <0.8 g/kg/día.

Por su parte, se ha demostrado que la realización de ejercicio físico tanto aeróbico como anaeróbico reduce el grado de sarcopenia gracias al aumento progresivo de la masa muscular y la fuerza muscular.(45)

Cabe destacar que existen contraindicaciones para la realización de la actividad física, como: (39)

- < 3 meses de inicio de la hemodiálisis.
- Cualquier condición médica no controlada (fiebre, infección, infarto de miocardio reciente, dolor torácico no diagnosticado).
- Enfermedades que se agravan con el ejercicio.
- Hipertensión.
- Hipotensión sintomática.
- Trombosis venosa profunda.
- Aumento excesivo de peso interdiálisis.
- Glucosa en sangre >300 mg/dL.
- Cetosis.
- Hipoglucemia.

Se ha demostrado que el ejercicio de resistencia es el más recomendado por ser un estímulo anabólico potente e inclusive se puede realizar durante las sesiones de

hemodiálisis. Durante estas sesiones la intensidad y los tipos de ejercicio se ven limitados, pero de acuerdo a diversos estudios se puede realizar ciclismo, entrenamiento de resistencia con bandas o pesas en los tobillos durante 30 minutos. Otros ejercicios que se pueden realizar son actividades de baja intensidad como pasear al perro, ir de compras al supermercado, barrer; las actividades intra dialíticas más recomendadas son el ciclismo o ejercicio de resistencia; cuando el paciente se dé de alta puede realizar caminatas, ejercicio de resistencia o natación. Todo depende del estado del paciente. (38)

Por otra parte, otros estudios recomiendan 30 minutos 3 veces a la semana (ejercicio de baja a moderada intensidad) y hasta 150 minutos a la semana (moderada intensidad) si no existen contraindicaciones. Otras técnicas recomendadas en pacientes que no pueden realizar ejercicio durante la hemodiálisis es la Estimulación Eléctrica Neuromuscular para así activar los músculos esqueléticos y aumentar la fuerza muscular. (1)

De acuerdo con Pupim y colaboradores, demostraron que la disminución de aminoácidos en la circulación durante la hemodiálisis conduce un balance negativo de aminoácidos, y esto indica un incremento en la proteólisis del músculo esquelético. El estado catabólico puede durar al menos 2 horas después de una sesión en pacientes que se encuentran en ayunas. Para evitar la pérdida de masa muscular durante la hemodiálisis, la eliminación de aminoácidos debe compensarse por medio de la administración de proteínas. (1)

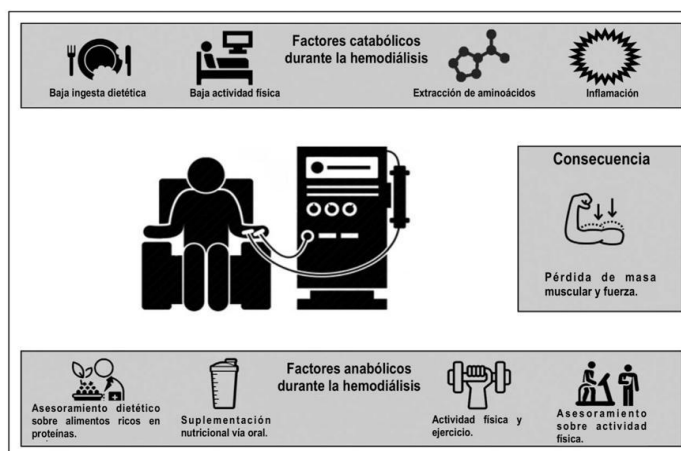


Figura 13. Factores catabólicos y anabólicos durante la hemodiálisis. Traducido al español. (1)

2.2.3 Importancia de la nutrición.

La nutrición en la Enfermedad Renal Crónica es un pilar fundamental para evitar que progrese aún más el daño renal. En los pacientes que cursan con falla renal prediálisis y en diálisis su estado nutricional se encuentra deteriorado. Generalmente estos pacientes presentan una disminución en la ingesta de macro y micronutrientes. Esta disminución dietética es ocasionada por la anorexia, restricciones dietéticas inapropiadas, enfermedades gastrointestinales, depresión, dificultades en la preparación de los alimentos, así como por aprietos económicos. Es importante mencionar que en la ERC existe un hipercatabolismo debido a un aumento en el gasto energético y por cambios hormonales. El gasto energético se incrementa debido a una inflamación crónica, incremento de las citocinas proinflamatorias y un metabolismo alterado de la adiponectina y la resistina. Mientras que el cambio hormonal es debido a una resistencia a la insulina y un aumento de la actividad de los glucocorticoides. (1)

Se ha demostrado que el soporte nutricional evita la pérdida muscular y se recupera la masa corporal magra. Igualmente se ha reportado que existe un menor riesgo de infecciones y mejora su autosuficiencia. Por otra parte, en el soporte nutricional se indica una dieta restrictiva en proteínas que otorga una renoprotección, así como también permite el control de la presión arterial sistémica, la tasa de filtración glomerular y de los niveles de colesterol LDL. Aunque estos últimos beneficios son discretos son altamente reconocidos por todas las Guías de nutrición. (46)

Por otra parte, la hidratación en los pacientes renales se encuentra limitada. En etapas de prediálisis y diálisis la ingesta de líquidos se indica la cantidad de líquido que orina más otros 500 ml adicionales. Es importante igualmente vigilar la ganancia de peso entre las diálisis y evitar que exceda el 4-5% de su peso seco. (46)

Debido a todos estos factores es importante darles el correcto soporte nutricional a los pacientes con Enfermedad Renal Crónica, así como implementar una rehabilitación física y tratamiento psicológico.

A continuación se mencionan los alimentos más recomendados y su preparación para los pacientes que cursan con Enfermedad Renal Crónica.

Tabla 8. Semáforo alimenticio para pacientes con ERC adaptado del Manual de Nutrición Renal de NIN Institute.(46).

	Alimentos que pueden comerse DIARIAMENTE	Alimentos que deben MODERARSE (2-3 veces por semana)	Alimentos que debe tratar de EVITARLOS.
Frutas	Arándanos, guanábana, mango, ataulfo, manzana, pera, piña, zapote.	Cereza, frambuesa, mamey, sandia, toronja, uva, lima, higo, zarzamora, mandarina.	Agua de coco, carambola, ciruela, durazno, fresa, guayaba, kiwi, melón, naranja, papaya, plátano, tuna.
Verduras	Betabel, calabacita, cebolla, chayote, chile poblano, col, coliflor, ejotes, espárragos, flor de calabaza, huitlacoche, jícama, pimiento.	Berenjena, pepino con cáscara, setas, tomate verde, xoconostle.	Acelgas, apio, brócoli, calabaza de castilla, champiñones, espinacas, jitomate, lechuga, nopales, rábanos, romeritos, verdolagas.
Cereales y tubérculos	Arroz, atole, galletas marías, pan de caja blanco, bollo de hamburguesa,	Avena, amaranto, cereal de caja, pan dulce, granola,	Papa, yuca, pan integral, salvado de trigo, palomitas empaquetadas, galletas

	palomitas caseras, pan bolillo sin sal, pastas para sopa, tortilla de maíz.	tostadas sin sal, elote, camote.	saladas, bolillo salado, papas industrializadas, frituras de maíz con sal.
Productos de origen animal.	Claros de huevo, pollo (pechuga, pierna sin piel), pescado blanco (rubia, merluza, bagre, lenguado, mero, cabrilla, huauchinango).	Carne magra de res (falda, cuete, filete), carne magra de cerdo (lomo, pierna, pulpa).	Pescados grasosos (arenque, trucha, sierra, sardina, atún, salmón), mariscos, vísceras, yema de huevo, carnes grasosas de res y cerdo, embutidos (salchicha, jamón).
Grasas	Aceite de oliva, canola o soya. Margarina sin sal.	Crema, aguacate, almendras, nueces.	Cacahuates, tocino, chorizo, aceitunas, manteca, mayonesa.
Leche y lácteos	Bebida de arroz, fórmula láctea de primera etapa, panela, requesón.	Leche de soya, yogurt de soya, queso de soya.	Leche de vaca, yogurt, quesos grasosos y añejados.
Leguminosas	-	-	Frijoles, soya, garbanzos, habas, lentejas.
Otros	Hierbas y condimentos naturales.	-	Cerveza, salsas embotelladas, sal del himalaya o rosada, productos enlatados o ahumados, consomés, salsa de soya, catsup, chocolate.

Tabla 9. Recomendaciones para preparación de alimentos para la Enfermedad Renal. (47)

Recomendaciones de preparación.	
Cereales y papas.	Realizar la técnica de remojo prolongado así como doble cocción a las papas. En lo que respecta a los cereales se debe evitar que tengan sal.
Leguminosas.	Se debe realizar remojo prolongado y doble cocción. Si se llegan a utilizar legumbres de bote se deben escurrir y lavar correctamente. Por lo que se recomienda que de preferencia no se usen las legumbres enlatadas.
Verduras.	Se recomienda utilizar verdura congelada o comprarla fresca y congelarla en casa. También se deberá aplicar la técnica de remojo y doble cocción. El caldo que resulte de la cocción de las verduras no deberá consumirse. En caso de que se consuman vegetales en conserva estos deberán desalarse con la técnica de remojo.
Frutas.	Se recomienda consumir dos frutas al día, una de ellas cocinada y la otra cruda. Para poder cocinar las frutas se aconsejan las compotas. Las compotas se pueden preparar en abundante agua. No se recomienda el asar o calentar las frutas en microondas ya que no reduce el potasio. En caso de que el paciente desee consumir jugos comerciales de frutas se deberá vigilar las tablas nutrimentales.
Alimentos de origen animal.	En este grupo de alimentos se debe prestar mucha atención en los tamaños de las raciones y se recomienda pesarlos. Se debe retirar la parte grasa de las carnes y pescados.
Lácteos.	Estos alimentos al ser ricos en proteína deben tomarse de acuerdo a lo indicado por el nutricionista, pero el yogurt y queso tienen más proteínas que la leche por lo que se deben recomendar con menos frecuencia.

	La leche de vaca tiene una mayor cantidad de fósforo en comparación con la leche de soya. Es importante contabilizar la leche como un líquido ingerido en el día.
Azúcares.	Se recomienda consumir azúcar, miel y mermeladas. Pero se debe evitar consumir pasteles, bollos, dulces, cacao, chocolate, azúcar moreno, salsas dulces comerciales.
Aceites y grasas.	Se debe prestar atención al comprar mantequilla , ya que esta deberá ser sin sal. Se recomienda más el uso de aceite de oliva virgen.

Igualmente es fundamental conocer las herramientas de tamizaje nutricional que son más empleadas en los pacientes. Para el paciente con ERC se aplican distintas herramientas de tamizaje nutricional, entre las que más se llegan a utilizar son la Valoración Global Subjetiva (VGS), Malnutrition Universal Screening Tool (MUST), Nutritional Risk Screening 2022 (NRS-2022) entre otras.

Se considera que las otras herramientas de tamizaje tienen baja sensibilidad en pacientes hospitalizados renales porque omiten factores de riesgo renales como el déficit nutricional y la anorexia. Debido a esto se ha trabajado en una nueva herramienta llamada Renal iNUT. Esta última valora el peso al ingreso, peso objetivo en caso de diálisis, peso habitual, pérdida de peso, IMC, uso de suplementos nutricionales, ingesta y apetito del paciente. Aún se requieren más estudios y evaluaciones de los resultados. (48)

Tabla 10. Comparación de las diferentes herramientas de tamizaje nutricional.

Herramientas de tamizaje nutricional para pacientes en diálisis.					
	MNA (49)	Renal iNUT (48)	MUST (48)	NRS-2002(50)	VGS (50)
Sensibilidad	95%	69.8%	15.9%	80%	82%
Especificidad	63%	92%	100%	70%	62%
Ítems	Pérdida de peso. Pérdida de apetito. Movilidad. Enfermedad aguda. Problemas neuropsicológicos. IMC.	Pérdida de peso. IMC. Ingesta de Suplementos Nutricionales. Ingesta de alimentos. Apetito del paciente.	IMC. Pérdida de peso involuntaria. Enfermedad. Aporte nutricional.	Pérdida de peso. IMC Apetito. Gravedad. Deterioro del estado nutricional. Enfermedad.	Pérdida de peso. Alimentación. Impedimentos para ingesta. Deterioro de la actividad. Edad. Úlceras por presión. Fiebre. Corticoides. Tratamiento antineoplásico.

					Pérdida adiposa. Pérdida muscular. Edema / Ascitis. Albúmina. / Prealbúmina.
Puntuación	<u>Cribaje:</u> De 0 a 14 puntos. <u>Evaluación:</u> De 0 a 16 puntos. <u>Global:</u> 0 a 30 puntos.	De 0 a >2 puntos.	De 0 a >2 puntos.	<u>Tamizaje:</u> 1-4 puntos. <u>Evaluación final:</u> 0 a 3 puntos.	<u>Cuantitativa:</u> Escala 1 a 7 <u>Cualitativa:</u> Escala A.B.C.
Clasificación del estado nutricional	<u>Cribaje:</u> 0-7 puntos = Malnutrición. 8-11 puntos = Riesgo de malnutrición.	0 = Continuar con la detección semanal. 1= Monitorear al paciente en riesgo. ≥ 2 = Referir a nutrición.	0 = Riesgo bajo. Asistencia clínica habitual. 1 = Riesgo intermedio. Observación.	<u>Cribaje:</u> Si el paciente tiene un punto se tiene que realizar la evaluación final. <u>Evaluación final:</u>	<u>Cuantitativa:</u> 6-7 puntos = Estado nutricional normal.

	12-14 puntos = Estado nutricional normal. <u>Evaluación:</u> 24-30 puntos = Estado nutricional normal. 17-23.5 puntos = Riesgo de malnutrición. Menos de 17 puntos = Malnutrición.		2 o más = Riesgo alto. Tratamiento.	>3 puntos = Riesgo de malnutrición. <3 puntos = Reevaluar semanalmente.	3-5 puntos = DEP leve- moderado. 1-2 puntos = DEP grave <u>Cualitativa:</u> A= Estado nutricional normal. B= DEP leve moderado. C= DEP grave.
Abreviaturas: MNA, Mini Nutritional Assessment; Renal INUT. Renal Inpatient Nutrition Screening Tool; MUST, Malnutrition Universal Screening Tool ; NRS-2002, Nutritional Risk Screening 2002; VGS, Valoración Global Subjetiva. Elaboración propia a partir de Jackson et. al. 2019 (48), Holvoet et. al. 2020 (49) y Gutiérrez et. al. 2022 (50).					

3. Planteamiento del problema y pregunta de investigación.

La Enfermedad Renal Crónica es una patología de importancia a nivel nacional y mundial. De acuerdo con World Kidney Day 1 de cada 10 adultos en el mundo padece enfermedad renal y se estima que la mortalidad por ésta será la quinta causa de muerte en el año 2040. (51) Un gran porcentaje de pacientes requieren tratamiento renal sustitutivo, que puede ser hemodiálisis, diálisis peritoneal o trasplante renal. En México la hemodiálisis ha ido en aumento y aunque aún no es la principal terapia renal sustitutiva, probablemente siga en ascenso su uso. Se reporta que el 41% de los pacientes que requieren terapia sustitutiva se encuentran en hemodiálisis (32) y durante esta terapia existen factores catabólicos y anabólicos que afectan su calidad de vida. Debido a esto se realizó una revisión de la literatura del Soporte Nutricio en Hemodiálisis para compendiar la información disponible. De acuerdo con la problemática surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las características del correcto Soporte Nutricional para pacientes sometidos a hemodiálisis? Para ello se requiere un correcto tratamiento nutricio teniendo un adecuado control en la ingesta de líquidos, proteínas y electrolitos de importancia.

4. Justificación.

La Enfermedad Renal Crónica en tratamiento con hemodiálisis tienen una alta tasa de morbimortalidad que implica un gran impacto en la calidad de vida del paciente así como también en los costos del servicio de salud. Se ha demostrado que la nutrición en hemodiálisis puede generar que la progresión de la enfermedad renal sea más lenta, lo cual mejora la calidad de vida y disminuye los costos. Esta información se encuentra en artículos que pueden no ser revisados por todo el personal de salud. Esta revisión de la literatura recopila información relevante para el correcto tratamiento nutricio y así se pueda aplicar en los pacientes que lo requieran.

5. Hipótesis.

De acuerdo con la literatura, el soporte nutricional en la hemodiálisis tiene un efecto beneficioso que modifica la progresión de la Enfermedad Renal.

6. Objetivos

- General:
 - Proporcionar información del correcto soporte nutricional durante las sesiones de hemodiálisis en la Enfermedad Renal Crónica para el personal de salud y así mejorar el estado nutricional en los pacientes.
- Específico.
 - Determinar cuáles son las características nutricionales de macronutrientes que impactarán en los parámetros bioquímicos y antropométricos de los pacientes.
 - Evaluar las herramientas que permitirán la detección oportuna del desgaste proteico energético en el paciente en hemodiálisis.

7. Metodología

Se realizó una revisión de artículos en las bases de datos como NCBI, PubMed Central, Google académico en el lapso de 2018 a 2022. El resultado de la búsqueda se enfocó al correcto Soporte Nutricional en los pacientes en hemodiálisis. En la búsqueda se utilizaron palabras clave en inglés y español como: “hemodiálisis”, “terapia de reemplazo renal”, “soporte nutricional”, “falla renal”, “enfermedad renal crónica”. Todos los artículos fueron recuperados manualmente.

7.1 Tipo de estudio.

La descripción del tipo de estudio se llevó a cabo con la taxonomía de Feinstein.

- Objetivo del estudio: Descriptivo.
- Asignación de la maniobra: Observacional.
- Número de veces en que el sujeto mide la misma maniobra: Transversal.
- Fuente de la que se obtuvieron los datos: Retrospectivo.

7.2 Operacionalización de las variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Tipo de variable	Indicadores
Tipo de estudio.	Cualitativa nominal.	Es aquella clasificación de estudios que se utiliza para poder entender un problema de salud.	Nominal.	Dependiente	Cualitativas (categorías)
Nivel de evidencia.	Cualitativa ordinal.	Es la clasificación	Ordinal.	Dependiente	Cualitativas (categorías)

		de la evidencia de diversos estudios que nos permite recomendar intervenciones clínicas.			
--	--	--	--	--	--

7.3 Población y muestra.

- Artículos originales relacionados con Soporte Nutricio en Hemodiálisis que cumplan con los criterios de selección. Los artículos de revisión se utilizaron para los antecedentes generales y específicos.

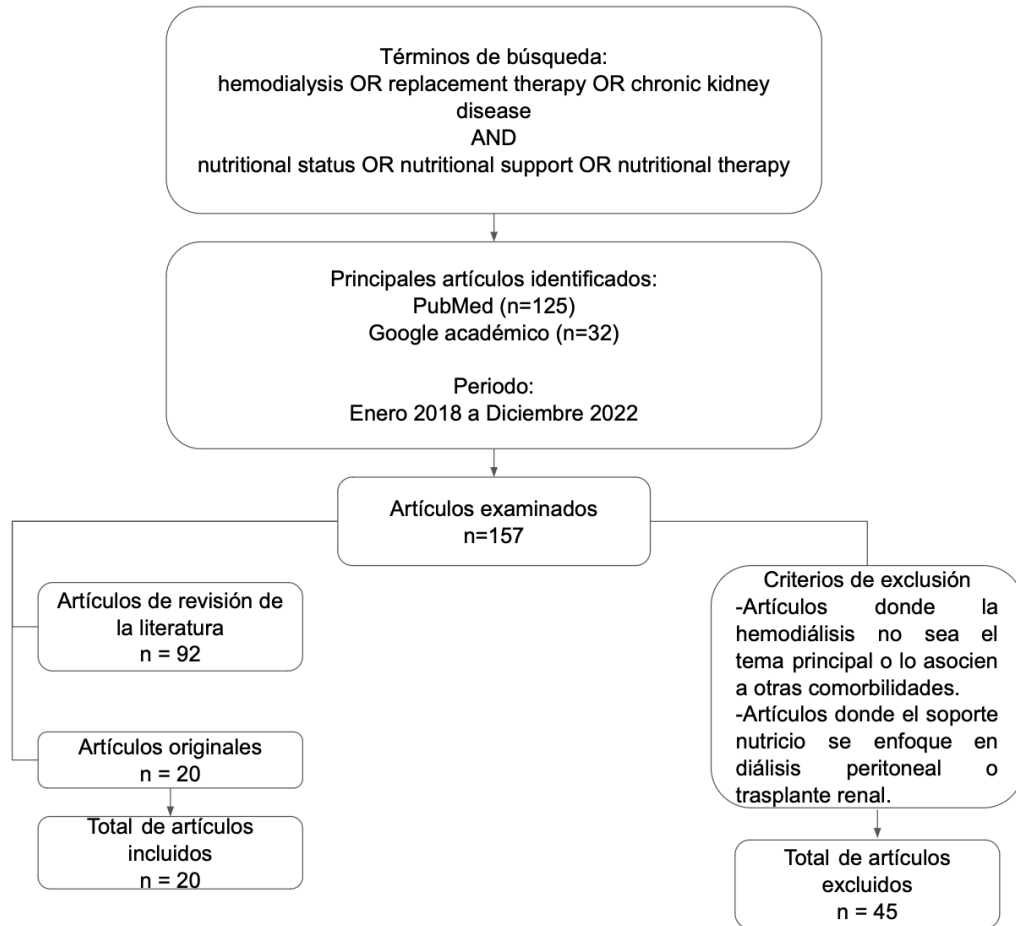
7.4 Criterios de inclusión, exclusión y eliminación.

- Criterios de inclusión:
 - Fuentes publicadas en el periodo de 2018-2022.
 - Artículos con mayor nivel de evidencia (Anexo 1) o publicados en revistas científicas como revisiones sistemáticas, estudios experimentales, estudios analíticos, estudios de cohorte, estudios de casos y controles.
 - Acceso abierto.
 - Idioma inglés o español.
 - Descripción sobre enfermedad renal en hemodiálisis en adultos.
 - Tema enfocado en Soporte nutricio en hemodiálisis.
- Criterios de exclusión
 - Publicaciones realizadas antes de 2018.
 - Asociación de otras comorbilidades en el texto del artículo donde la hemodiálisis no es el tema principal.
 - Enfoque en diálisis peritoneal o trasplante renal.
- Criterios de eliminación

- Artículos de paga o que no se encuentren completos.
- Otro idioma que no sea inglés o español.
- Pre-prints.

7.5 Métodos y técnicas.

Para el desarrollo de los métodos y técnicas de la propuesta se utilizó la metodología PRISMA.



7.6 Recursos humanos, materiales y financieros.

○ Humanos:

- Estudiante de la Maestría de Nutrición Clínica: Médico General América Morales Texcucano.
- Directora: Mtra. N.C. Lupitha Elizabeth Flores Rojas.
- Codirectora: Mtra. N.C. Alma Nubia Mendoza Hernández.

- Materiales
 - Artículos originales y de revisión.
 - Dispositivo electrónico como lap top.
 - Acceso a la información por internet.
- Financieros.
 - Servicio de internet, así como lap top financiados por el investigador.

7.7 Consideraciones éticas.

Conflicto de intereses y lineamientos éticos.

- Los lineamientos éticos que rigen mi trabajo de investigación se encuentran plasmados en el Artículo 424 del Código Penal Federal en el Título Vigésimosexto De los Delitos en Materia de Derechos de Autor.
- Se declara que no existen conflictos de interés con los autores.

7.8 Cronograma de actividades.

Actividades	Tiempo de duración								
	Diciembre 2021- Junio 2022	Julio-Agosto 2022				Septiembre- Diciembre 2022			
		1ra	2da	3era	4ta	1ra	2da	3era	4ta
Planteamiento del problema.									
Búsqueda y lectura de artículos.									

Metodología									
Resumir los antecedentes y rectificar contenido.									
Resultados.									
Discusión									
Conclusión									
Revisión y correcciones									

8. Resultados

Tabla 11. Recomendaciones dietéticas para pacientes en hemodiálisis en estudios clínicos recientes.

Constituyente dietético	Estudio	Nivel de evidencia y grado de recomendación	Tamaño de la muestra	Duración	Intervención / Evaluación nutricia	Resultados
Energía	Duong et al. (52)	2 ++ C SIGN	243	3 años 2 meses.	Cuestionarios dietéticos, toma de laboratorios y recordatorios dietéticos de 24 horas.	La ingesta energética inadecuada se asoció significativamente con una mayor prevalencia de síndrome metabólico (p: <0.001).
	Czaja et al. (53)	2 ++ C SIGN	179	3 años.	Valoración de la ingesta dietética y estado nutricional.	66.9% de los pacientes consumen menos de 25 kcal/kg, siendo mayor el porcentaje 44.9% en los adultos mayores (p <0.01). Se valoró la ingesta calórica en los días con y sin diálisis, encontrándose que la

						menor ingesta calórica fue en los días de hemodiálisis.
	Saglimbene et al. (54)	1+ B SIGN	6,827	1 año.	Cuestionarios de frecuencia alimentaria.	El 55% de la población tuvo una ingesta energética por debajo de lo recomendado.
	Duong et al. (55)	2 ++ B SIGN	492	3 años 7 meses.	Cuestionarios dietéticos, toma de laboratorios y recordatorios dietéticos de 24 horas.	La ingesta energética adecuada solo se logró en el 23.2% de los encuestados. Estos pacientes presentan 1.02 veces más riesgo de aumento de la presión arterial, 1,08 veces más de anemia, 1.19 veces más riesgo de hiperkalemia, 1.51 veces más riesgo de creatinina disminuida, 1.70 veces más riesgo de hiperhomocisteinemia.
	Duong et al. (56)	2 ++ C SIGN	228	4 años	Cuestionarios dietéticos, toma de laboratorios y	Una ingesta energética inadecuada se asocia con hasta 2.26-8.17 veces más riesgo de

					recordatorios dietéticos de 24 horas.	presentar Síndrome metabólico.
	Nieves et al. (57)	1++ A	32	6 meses	Suplementación nutricional oral (SNO) y dieta personalizada.	La desnutrición moderada disminuyó un 43.8% en el grupo 1 con SNO mientras que en el grupo 2 se aumentó la desnutrición severa en un 13% (p= <0.04)
	Ayala et al. (58)	2 ++ C SIGN	109	3 meses	Suplemento nutricional oral Fresubin 2 kcal Drink®	La ingesta energética, proteica, lipídica y de carbohidratos aumentó a los 3 meses tras la ingesta del SNO. Esto tiene un efecto positivo en el estado nutricional y la calidad de vida en los pacientes en hemodiálisis con Desgaste proteico energético.
Proteínas	Czaja et al. (53)	2 ++ C	179	3 años	Valoración de la ingesta dietética	59.3% de los encuestas estuvieron por debajo del nivel

		SIGN			y estado nutricional.	recomendado de ingesta proteica. De estos el 28% consumía de proteína menos de 0.8 g/kg de peso corporal (14.4% eran mayores y 13.6% jóvenes). La ingesta media de proteínas fue sustancialmente mayor entre los pacientes bien nutridos ($p < 0,05$).
	Lim et al. (59)	2 + C SIGN	145	4 años 6 meses.	Encuestas dietéticas y valoraciones antropométricas.	La ingesta de proteínas es menor en los pacientes del grupo 3 (0.89 g/kg) en comparación con el grupo 1 (1.09 g/kg) $p=0.023$. A pesar de que la tasa de educación nutricional fue superior al 70% en los 3 grupos, el control dietético disminuye significativamente con el aumento de la duración de la diálisis.

	Duong et al. (55)	2 ++ B SIGN	492	3 años 7 meses.	Cuestionarios dietéticos, toma de laboratorios y recordatorios dietéticos de 24 horas.	La ingesta proteica adecuada solo se logró en el 27.8% de los pacientes. El promedio de ingesta proteica fue de 1.1 g/kg y se encontró que al no alcanzar la recomendación proteica se incrementa el riesgo de: 1.70 veces más riesgo de aumento de la presión arterial, 1,08 veces más de LDL aumentado, 1.06 veces más riesgo de anemia, 1.68 veces más riesgo de hiperhomocisteinemia.
	Nakao et al. (60)	2 + C SIGN	112	22 años	Dieta hipoproteica e hiposódica con sesiones de hemodiálisis cada 7 días.	Proporciona un mayor tiempo libre de hemodiálisis, pero con beneficio limitado ya que solo 24% de los pacientes lograron mantenerse con este tratamiento después de 2 años.

	van Vliet et al. (61)	2 ++ C SIGN	16	2 días	Dietas personalizadas, infusión de L-[1-13C] leucina y toma de laboratorios.	La alimentación con una comida rica en proteínas no es una estrategia suficiente para prevenir la atrofia muscular en pacientes con hemodiálisis de mantenimiento.
	Domínguez et al. (62)	2 + C SIGN	93	1 día	Información tomada del expediente clínico (Historia clínica, laboratorios y medidas antropométricas)	Los pacientes con hiperuricemia tienen una mayor capacidad antioxidante y menor daño oxidativo, así como un mejor estado nutricional debido a un mayor consumo de proteínas (principalmente de ingesta de proteína animal p= 0.017)
Sodio	Bossola et al. (63)	2 ++ C SIGN	127	3 días	Encuesta dietética	Pacientes con una ingesta < 1500 mg. al día de sodio, se correlaciona con una disminución en los niveles de diversos macronutrientes

						(proteínas p=0.0003),(carbohidratos p=<0.0001), hierro (p=0.003), zinc (p=0.0003), vitamina B1 (p=<0.0001).
	Xie et al. (64)	2 ++ C SIGN	85	3 años	Encuesta dietética, valoración antropométrica	La ingesta de sodio se asoció positivamente con la ingesta de energía, esto muestra que el sodio es inherente a gran parte de los alimentos que se consumen comúnmente y, por lo tanto, está estrechamente relacionado con la cantidad de alimentos consumidos.
	Suzuki et al. (65)	2 + C SIGN	492	4 años	Información tomada del expediente clínico (Historia clínica,	La ingesta diaria media de sal fue de 9.5 g/día, y la ingesta de sal corregida al inicio del estudio 0,17 g/kg/día. La baja ingesta corregida de sal

					laboratorios y medidas antropométricas)	(< 0,13 g/kg/día) se asoció con una alta mortalidad por todas las causas (infecciosas, cardiovasculares, cáncer, isquemia intestinal, entre otras) a los 4 años.
Potasio	Narasaki et al. (66)	2 + C SIGN	415	3 años 5 meses	Encuesta dietética	Se encontró que los pacientes que se encontraban en el tercil más bajo de ingesta de potasio tenían un mayor riesgo (1.74 veces más) de mortalidad.
	González et al. (67)	2 + C SIGN	150	1 año	Encuesta de adherencia dietética	Una mayor adherencia a esta dieta se asoció con un puntaje más bajo del Score de Malnutrición e inflamación, lo que indica un mejor estado nutricional.
Fósforo	García et al. (68)	2 ++ B	1646	2 años	Encuesta “Comprehensive	Los niveles de proteína y fósforo en la dieta fueron

		SIGN			Dialysis Survey”	significativamente más bajos ($P < 0,05$) en los pacientes que consumían principalmente una dieta basada en plantas que en aquellos que consumían principalmente una dieta basada en animales.
	Byrne et al. (69)	2 + C SIGN	8	2 días	Dieta estándar baja en fósforo, dieta modificada baja en fósforo y toma de laboratorios.	Con la dieta modificada, los niveles séricos de fosfato fueron significativamente más bajos a las 3 horas postprandiales (0,30 mmol/l más bajas que las de la dieta estándar, $p = 0,015$), lo que sugiere una absorción reducida de estos nutrientes.
	Brown et al. (70)	2 + C SIGN	415	-	Encuesta de ingesta dietética.	El tercil más bajo de la relación de fósforo-proteína se asoció con un mayor riesgo de mortalidad en comparación con el tercil más

						alto.
	Byrne et al. (71)	2 + C SIGN	74	1 mes	Dieta estándar, dieta modificada, y toma de laboratorios.	No se encontraron diferencias significativas entre los niveles de fósforo sérico entre las dos dietas ($p=0.69$), a pesar de que la ingesta total de fósforo fue mayor en la dieta modificada ($p < 0.001$) y mayor en fibra ($p < 0.003$).

9. Discusión

El soporte nutricional en la Enfermedad Renal con terapia de hemodiálisis ha sido objeto de diversos estudios en la actualidad. Se pudo valorar la ingesta energética, proteica, sodio, potasio y fósforo en la literatura.

Respecto a la ingesta energética se encontró que en población taiwanés con hemodiálisis (Duong, 2018) se consumen 26.7 kcal/kg en menores de 60 años y 26.2 kcal/kg en mayores de 60 años, lo cual tuvo un impacto en una mayor prevalencia de Síndrome Metabólico. Esto implica un mayor riesgo cardiovascular y por ende un impacto en la función renal. Por otra parte, en estudios en población polaca (Czaja, 2022) y europea (Saglimbene, 2021) se ha demostrado que la ingesta calórica promedio ha sido inferior a lo recomendado por la K/DOQI en el 66.9% y 55% de la población respectivamente. Asimismo se ha encontrado que una ingesta calórica inferior a la recomendada se asocia con un mayor riesgo de anemia, hiperkalemia, disminución de la función renal e hiperhomocisteinemia. (Duong, et.al. 2018) Debido a la mala adherencia dietética y alta prevalencia de desnutrición proteico energética se han realizado estudios donde se implementa el uso de Suplemento Nutricional Oral (SNO). En la población mexicana (Nieves, 2022) se encontró que el uso de SNO disminuye la desnutrición en un 43.8% de la población mientras que en población chilena (Ayala, 2022) se demostró que el uso de SNO mejora el estado nutricional y la calidad de vida. Gracias a toda esta evidencia es necesario que se realice una mayor educación nutricional para así aumentar la adherencia a las recomendaciones de la K/DOQI para pacientes que se encuentran en terapia hemodialítica, las cuales indican que si son <60 años se aporten 35 kcal/kg/día y si son mayores de 60 años se den 30 kcal/kg/día.

La ingesta proteica en hemodiálisis es estudiada frecuentemente por el riesgo de Desnutrición proteico energética. En estudios realizados en población polaca (Czaja, 2022) y taiwanesa (Duong, 2018) se encontró que la menor cantidad de proteína ingerida

fue en los días de la hemodiálisis, lo cual es contrario a lo recomendado. En relación a esta información, un estudio Coreano (Lim, 2019) demostró que a pesar de altas tasas de educación nutricional (70%) en su población de estudio la ingesta proteica sigue siendo baja (0.89 g/kg) en los días de hemodiálisis entre mayor tiempo de evolución de la enfermedad. Debido a esto se han realizado intervenciones en la ingesta de proteínas, un ejemplo de ello es el realizado en población japonesa (Nakao, 2018) donde a pesar de realizarse menos sesiones de hemodiálisis y aplicar una dieta hipoproteica es poco sostenible mantener a los pacientes en condiciones saludables.

Por otra parte un estudio en Estados Unidos de América (van Vliet, 2018) analizó la síntesis muscular de proteínas en pacientes con hemodiálisis y se demostró que a pesar de dietas ricas en proteínas puede existir un medio pro inflamatorio y urémico que altera el efecto anabólico y propicia la Desnutrición Proteico Energética. En relación con la ingesta proteica, en México (Domínguez, 2020) se ha encontrado que entre mayor sean los niveles de ácido úrico, mejor estado nutricional debido a un mayor consumo de proteínas. Esto debido a la capacidad antioxidante del ácido úrico, pero aún faltan más estudios para saber los puntos de corte protectores y dañinos. En vista de toda esta evidencia los autores de los estudios recomiendan adherirse a las recomendaciones de las guías de K/DOQI (≥ 1.2 g/kg de ingesta proteica).

Con base a la ingesta de sodio se encontró en población de Italia (Bossola, 2020), Nueva Zelanda, del Pacífico y Asia (Xie, 2018) que la ingesta de sodio se encuentra relacionada con la ingesta calórica, a menor ingesta de sodio menor ingesta energética e inversamente. Esto se sustenta aún más por un estudio realizado en población japonesa (Suzuki, 2021) donde se detectó que a menor ingesta de sal mayor riesgo de desnutrición y alta tasa de mortalidad. Por lo cual es imprescindible que se intensifique la intervención dietética, donde se disminuya la ingesta de sodio sin descuidar el aporte de macro y micro nutrientes.

En cuanto a la ingesta de potasio se encontró en población estadounidense (Narasaki, 2021) que a menor ingesta de potasio mayor riesgo de mortalidad, para lo cual aún falta más evidencia. Por otra parte, un estudio realizado en población mexicana

(González, 2021) encontró que la adherencia a una dieta basada en plantas no se asoció con hiperkalemia, pero si mejoraba su estado nutricional. Aún así recomiendan seguir individualizando los alimentos a indicar y realizar más estudios.

Finalmente la ingesta alimentaria de fósforo ha sido un tema ampliamente estudiado por su relación con la ingesta proteica. Un estudio en población estadounidense (García, 2020) encontró que los niveles más bajos de fósforo son en pacientes con dieta basada en plantas, esto es reafirmado con un estudio realizado en Irlanda (Byrne, 2021). Faltan más estudios en poblaciones más grandes para poder determinar las ingestas diarias recomendadas en una dieta basada en plantas y así aplicarlo en la población mexicana.

Actualmente no se cuenta con suficiente evidencia actualizada de artículos de recomendaciones vitamínicas para pacientes en hemodiálisis, por lo que se sugiere que México realice más proyectos sobre la misma línea de investigación.

10. Conclusión

La Enfermedad Renal Crónica en México es un grave problema de salud que debe tener un tratamiento nutricional desde los primeros estadios de la enfermedad. Si se fomenta la educación nutricional desde las primeras etapas de la vida se crearán hábitos más saludables que podrán disminuir el riesgo de enfermedades crónico degenerativas, entre ellas, la Diabetes e Hipertensión arterial sistémica, que son las principales etiologías de la ERC.

Asimismo es fundamental que cuando ya se realiza la detección de una enfermedad renal se inicie el tratamiento nutricional. De acuerdo a los resultados obtenidos se ha demostrado que una adherencia a las recomendaciones de ingesta energética (en <60 años aportar 35 kcal/kg/día y si son ≥ 60 años se indiquen 30 kcal/kg/día) y proteica (≥ 1.2 g/kg) propuestas por la K/DOQI disminuyen el riesgo de presentar Síndrome metabólico, Desgaste proteico energético y así mejorar la calidad de vida.

En caso de que el paciente se encuentre en hemodiálisis se deberá ser más enérgico en las medidas nutricias sumado al tratamiento médico y psicológico. Igualmente se deberá promover el apoyo de los familiares para que mejore el estado anímico del paciente y se pueda tener una mejor adherencia al tratamiento nutricional, sin descuidar el aporte de macro y micro nutrientes.

11. Referencias bibliohemerográficas.

1. Hendriks, F. K., Kooman, J. P., & van Loon, L. J. C. (2021). Dietary protein interventions to improve nutritional status in end-stage renal disease patients undergoing hemodialysis. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 24(1), 79–87. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000703>.
2. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. (2019). Tratamiento Sustitutivo de la Función Renal. Diálisis y hemodiálisis en la Insuficiencia Renal Crónica en el segundo y tercer nivel de atención. *CENETEC*.
3. Vanden, W. K., Celie, B., Calders, P., Eloit, S., Holvoet, E., Van Biesen, W., & Van Craenenbroeck, A. H. (2020). Markers of protein-energy wasting and physical performance in haemodialysis patients: A cross-sectional study. *PloS one*, 15(7), e0236816. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236816>.
4. Latarjet, M., Ruiz-Liard, A., Pró, E. (2019). Capítulo 116: Sistema urinario. En *Anatomía Humana Vol. 2*. (Quinta edición., pp.1427-1430). Editorial Médica Panamericana.
5. Carracedo, J., Ramírez, R. (2020). Fisiología Renal, Nefrología al día Sociedad Española de Nefrología. <https://www.nefrologiaaldia.org/335>.
6. McAninch, J.W., Lue, T.F. (2020). Capítulo 1: Anatomía del aparato genitourinario. En Tanagho, E.A. y Lue, T.F. *Urología general*. (19 ed., pp. 19-25). McGraw-Hill.
7. Saladin, K.S. (2013). *El aparato urinario. Anatomía y fisiología la unidad entre forma y función*. (6ta ed., pp.895-918). McGraw-Hill Education.
8. Mahan, L. K., & Raymond, J. L. (2017). Capítulo 35: Tratamiento nutricional médico en las enfermedades renales. En *Krause Dietoterapia* (14a ed., pp. 2512-2515). Elsevier.
9. Barret, K.E., Barman, S.M., Brooks, H., Yuan, J. (2020). Capítulo 37: Función renal y micción. En *Ganong Fisiología médica*. (26 ed., pp.10-25).McGraw-Hill.
10. Hall, J., Hall, M. (2021). Unit V: The body fluids and kidneys. En *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*. (14 ed., pp.306). ELSEVIER.

11. Gaytán, G.A., Villarreal, E., Vargas, E.R., Martínez, L., Galicia, L. (2019). Risk factors for developing acute kidney injury in elderly patients. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 57(1), 15-20.
12. López-Heydeck, S.M., Robles-Navarro, J.B., Montenegro-Morales, L.P., Garduño-García, J.J., López-Arriaga, J.A. (2020). Factores de riesgo y de estilo de vida asociados a enfermedad renal crónica. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 58(3),305-316.
13. Shamah-Levy, T., Romero-Martínez, M., Barrientos-Gutiérrez, T., Cuevas-Nasu, L., Bautista-Arredondo, S., Colchero, M.A., Gaona-Pineda, E.B., Lazcano-Ponce, E., Martínez-Barnetche, J., Alpuche-Arana, C., Rivera-Dommarco, J. (2021). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 sobre Covid-19 Resultados nacionales. *Instituto Nacional de Salud Pública*. 174-190.
14. Romero, N., Pérez, P., Pérez, J., Pérez, K., Reyes, J., Rodríguez, A. (2019). Causas de enfermedad renal entre los pacientes de una unidad de hemodiálisis. *Revista Cubana de Urología*, 8(1), 98-106.
15. Gaínza de los Ríos, F.J. (2020). Insuficiencia Renal Aguda. Nefrología al día Sociedad Española de Nefrología. <https://www.nefrologiaaldia.org/317>.
16. Sellarés, V. (2021). Enfermedad renal crónica. Nefrología al día Sociedad Española de Nefrología. <https://www.nefrologiaaldia.org/136>.
17. de Mier, M. V. P. R., García-Montemayor, V., López, R. O., Peregrín, C. M., & Cabrera, S. S. (2019). Insuficiencia renal crónica. *Medicine*, 12(79), 4683–4692. <https://doi.org/10.1016/j.med.2019.05.022>.
18. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Blood Pressure Work Group (2021). KDIGO 2021 Clinical Practice Guideline for the Management of Blood Pressure in Chronic Kidney Disease. *Kidney international*, 99(3S), S1–S87. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2020.11.003>.
19. Chávez-Iñiguez, J. S., García-García, G., & Lombardi, R. (2018). Epidemiología y desenlaces de la lesión renal aguda en Latinoamérica. *Gaceta médica de México*, 154(Supp 1), S6–S14. <https://doi.org/10.24875/GMM.M18000067>.
20. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. (2019). Prevención, diagnóstico y tratamiento de la Enfermedad Renal Crónica Evidencias y recomendaciones. *CENETEC*.
21. Méndez-Durán, A. (2021). Evolución del tratamiento sustitutivo de la función renal en México en los últimos 10 años. *ELSEVIER*, 41(1),82-83. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2020.02.004>.
22. Tejera, D., Varela, F., Acosta, D., Figueroa, S., Benencio, S., Verdaguer, C., Bertullo, M., Verga, F., & Cancela, M. (2017). Epidemiology of acute kidney injury and chronic kidney disease in the intensive care unit. *Revista Brasileira de terapia intensiva*, 29(4), 444–452. <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20170061>.
23. Abarca-Rozas, B., Mestas-Rodríguez, M., Widerström-Isea, J., Lobos-Pareja, B., & Vargas-Urra, J. (2020). A current view on the early diagnosis and treatment of acute kidney failure. *Medwave*, 20(5), 1-8. <https://doi.org/10.5867/medwave.2020.05.7928>.
24. Bello, A. K., Okpechi, I. G., Osman, M. A., Cho, Y., Htay, H., Jha, V., Wainstein, M., & Johnson, D. W. (2022). Epidemiology of haemodialysis outcomes. *Nature*

- reviews. Nephrology*, 18(6), 378–395. <https://doi.org/10.1038/s41581-022-00542-7>.
25. Instituto Nacional de Salud Pública. (2020). La Enfermedad Renal Crónica en México. de <https://www.insp.mx/avisos/5296-enfermedad-renal-cronica-mexico.html>.
 26. López-Heydeck, S.M., López-Arriaga, J.A., Montenegro-Morales, L.P., Cerecero-Aguirre, P., & Vázquez-de Anda, G.F. (2018). Análisis de laboratorio para el diagnóstico temprano de insuficiencia renal crónica. *Revista mexicana de urología*, 78(1), 73-90. <https://doi.org/10.24245/revmexurol.v78i1.1601>.
 27. Guerrero-López, M., Molina-Jaimes, M., Rojas-Russell, M.E., Ortiz-Montaña, D., Gallegos-Rivero, M., Hernández-San Román, E. (2017). Evaluación Clínica y Económica de la Terapia de Reemplazo Renal a través de Diálisis Peritoneal Continua Ambulatoria o Hemodiálisis en México. Gobierno de México.
 28. Sukul, N., Zhao, J., Fuller, D. S., Karaboyas, A., Bieber, B., Sloand, J. A., Subramanian, L., Johnson, D. W., Oliver, M. J., Tungsanga, K., Tomo, T., Morton, R. L., Morgenstern, H., Robinson, B. M., Perl, J., & clinical application of PD therapy working group (2019). Patient-reported advantages and disadvantages of peritoneal dialysis: results from the PDOPPS. *BMC nephrology*, 20(1), 116. <https://doi.org/10.1186/s12882-019-1304-3>.
 29. López, V., Hernández-Marrero, D., González-Molina, A. M. (2020). Resultados globales del trasplante renal. Nefrología al día Sociedad Española de Nefrología. <https://www.nefrologiaaldia.org/58>.
 30. Avendaño LH. (2012). *Historia de la Nefrología en España* (1ra ed.). Pulso ediciones.
 31. Cusumano, A. M., & Diez, G. R. (2020). Apuntes para la historia de la diálisis en el mundo y en la Argentina. Primera parte: los inicios de la Hemodiálisis en el mundo. *Revista de nefrología, diálisis y trasplante*, 40(2), 150–160.
 32. Tamayo, J.A., Santiago, O.H., Quirós, L. (2016). La Enfermedad Renal Crónica en México Hacia una política nacional para enfrentarla. CONACYT. Primera edición.
 33. Bagshaw, S. M., & Wald, R. (2017). Strategies for the optimal timing to start renal replacement therapy in critically ill patients with acute kidney injury. *Kidney international*, 91(5), 1022–1032. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2016.09.053>.
 34. Claure-Del Granado, R., & Macedo, E. (2019). Indications and timing of renal replacement therapy. *Gaceta médica de México*, 154(91). <https://doi.org/10.24875/gmm.m18000068>.
 35. Ahmed, A. R., Obilana, A., & Lappin, D. (2019). Renal replacement therapy in the critical care setting. *Critical Care Research and Practice*. 1-11. <https://doi.org/10.1155/2019/6948710>.
 36. Kotanko, P., Kuhlmann, M. K., & Levin, N. W. (2021). Hemodialysis: Principles and Techniques In Comprehensive Clinical Nephrology. *Elsevier*, 1053–1059.
 37. Fernández, L.M., Teruel, B.J. (2020). Técnicas de Hemodiálisis. Nefrología al día Sociedad Española de Nefrología. <https://www.nefrologiaaldia.org/267>.
 38. Wilund, K. R., Viana, J. L., & Perez, L. M. (2020). A Critical Review of Exercise Training in Hemodialysis Patients: Personalized Activity Prescriptions Are

- Needed. *Exercise and sport sciences reviews*, 48(1), 28–39. <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000209>.
39. Pereira-Rodríguez, J.E., Peñaranda-Florez, D.G., Pereira-Rodríguez, R., Pereira-Rodríguez, P., Quintero-Gómez, J.C., Flores-Posadas, U.E., Marin-Herrera, L.A., Luna-Martínez, D.C., & Cruz-Morales, A. (2019). Ejercicio Físico en el Paciente con Falla Renal. *Revista de nefrología, diálisis y trasplante*, 39(3), 202-212.
 40. Hoshino J. (2021). Renal Rehabilitation: Exercise Intervention and Nutritional Support in Dialysis Patients. *Nutrients*, 13(5), 1444. <https://doi.org/10.3390/nu13051444>.
 41. Ashby, D., Borman, N., Burton, J., Corbett, R., Davenport, A., Farrington, K., Flowers, K., Fotheringham, J., Andrea Fox, R. N., Franklin, G., Gardiner, C., Martin Gerrish, R. N., Greenwood, S., Hothi, D., Khares, A., Koufaki, P., Levy, J., Lindley, E., Macdonald, J., Mafri, B., Wilkie, M. (2019). Renal Association Clinical Practice Guideline on Haemodialysis. *BMC nephrology*, 20(1), 2-36. <https://doi.org/10.1186/s12882-019-1527-3>.
 42. Vanden Wyngaert, K., Celie, B., Calders, P., Eloot, S., Holvoet, E., Van Biesen, W., & Van Craenenbroeck, A. H. (2020). Markers of protein-energy wasting and physical performance in haemodialysis patients: A cross-sectional study. *PloS one*, 15(7), 1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236816>.
 43. Ramírez-Castaño, J., Restrepo-Valencia, C.A., González-Correa, C.H., Marulanda-Mejía, F., Chacón-Cardona, J.A. (2020). Desgaste proteico energético en pacientes con enfermedad renal crónica III a IV Caldas, Colombia. *Revista Colombiana de Nefrología*, 7(2), 67-77. <http://dx.doi.org/10.22265/acnef.7.2.408>
 44. Iguacela, C.G., González-Parra, E., Ortiz, A. (2022). Desgaste proteico energético en la enfermedad renal crónica. *Nefrología al día Sociedad Española de Nefrología*. <https://www.nefrologiaaldia.org/100>.
 45. Noce, A., Marrone, G., Ottaviani, E., Guerriero, C., Di Daniele, F., Pietroboni Zaitseva, A., & Di Daniele, N. (2021). Uremic Sarcopenia and Its Possible Nutritional Approach. *Nutrients*, 13(1), 1-29. <https://doi.org/10.3390/nu13010147>
 46. Cisneros-Hernández, A., del Campo-López, F.M. (2018). Manual de Nutrición Renal. (1ra ed.) NIN Institute.
 47. Patiño-Villena, B., Villanueva-Bañuls, M., Bañón-Arias, A. (2012). Guía de Alimentación para Pacientes renales. Asociación de Ayuda al Enfermo Renal.
 48. Jackson, H. S., MacLaughlin, H. L., Vidal-Diez, A., & Banerjee, D. (2019). A new renal inpatient nutrition screening tool (Renal iNUT): a multicenter validation study. *Clinical nutrition*, 38(5), 2297–2303. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.10.002>.
 49. Holvoet, E., Vanden Wyngaert, K., Van Craenenbroeck, A. H., Van Biesen, W., & Eloot, S. (2020). The screening score of Mini Nutritional Assessment (MNA) is a useful routine screening tool for malnutrition risk in patients on maintenance dialysis. *PloS one*, 15(3), 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229722>.
 50. Gutiérrez Navarro, L., Cuevas Escalona, L., & Orozco González, C. N. (2022). Pruebas para el diagnóstico nutricional en pacientes con enfermedad renal crónica: una revisión narrativa. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 5(3). <https://doi.org/10.35454/rncm.v5n3.315>.

51. World Kidney Day. (2022). Salud Renal para Todos - Cerremos la brecha entre el conocimiento, para una mejor atención de la enfermedad renal. <https://www.worldkidneyday.org/wkd-2022-spanish/>.
52. Duong, T. V., Wong, T. C., Chen, H. H., Chen, T. W., Chen, T. H., Hsu, Y. H., Peng, S. J., Kuo, K. L., Wang, C. S., Tseng, I. H., Feng, Y. W., Chang, T. Y., Su, C. T., & Yang, S. H. (2018). The cut-off values of dietary energy intake for determining metabolic syndrome in hemodialysis patients: A clinical cross-sectional study. *PloS one*, 13(3), 1-10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193742>.
53. Czaja-Stolc, S., Puchalska-Reglińska, E., Małgorzewicz, S., Potrykus, M., Kaczkan, M., Kałużna, A., Heleniak, Z., & Dębska-Słizień, A. (2022). Adherence to Caloric and Protein Recommendations in Older Hemodialysis Patients: A Multicenter Study. *Nutrients*, 14(19), 1-14. <https://doi.org/10.3390/nu14194160>.
54. Saglimbene, V. M., Su, G., Wong, G., Natale, P., Ruospo, M., Palmer, S. C., Craig, J. C., Carrero, J. J., & Strippoli, G. F. M. (2021). Dietary intake in adults on hemodialysis compared with guideline recommendations. *Journal of nephrology*. 34(6), 1999–2006. <https://doi.org/10.1007/s40620-020-00962-3>.
55. Duong, T. V., Wong, T. C., Su, C. T., Chen, H. H., Chen, T. W., Chen, T. H., Hsu, Y. H., Peng, S. J., Kuo, K. L., Liu, H. C., Lin, E. T., & Yang, S. H. (2018). Associations of dietary macronutrients and micronutrients with the traditional and nontraditional risk factors for cardiovascular disease among hemodialysis patients: A clinical cross-sectional study. *Medicine*. 97 (26), 1-8. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011306>.
56. Duong, T. V., Wong, T. C., Chen, H. H., Chen, T. W., Chen, T. H., Hsu, Y. H., Peng, S. J., Kuo, K. L., Liu, H. C., Lin, E. T., Wang, C. S., Tseng, I. H., Feng, Y. W., Chang, T. Y., Su, C. T., & Yang, S. H. (2018). Inadequate dietary energy intake associates with higher prevalence of metabolic syndrome in different groups of hemodialysis patients: a clinical observational study in multiple dialysis centers. *BMC nephrology*. 19 (1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s12882-018-1041-z>.
57. Nieves-Anaya, I., Vargas, M.B., García, O.P., Biruete, A., Kistler, B. , Atilano-Carsi, X. (2022). Effect of oral nutritional supplementation combined with impedance vectors for dry weight adjustment on the nutritional status, hydration status and quality of life in patients on chronic hemodialysis: a pilot study. *ELSEVIER*. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2022.12.023>.
58. Ayala, M., Marchant, M., Hertz, C., & Castillo, G. (2022). Intradialytic nutrition and quality of life in Chilean older patients in hemodialysis with protein-energy wasting. *International urology and nephrology*, 54(8), 1947–1955. <https://doi.org/10.1007/s11255-021-03077-1>.
59. Lim, H. S., Kim, H. S., Kim, J. K., Park, M., & Choi, S. J. (2019). Nutritional Status and Dietary Management According to Hemodialysis Duration. *Clinical nutrition research*, 8(1), 28–35. <https://doi.org/10.7762/cnr.2019.8.1.28>.
60. Nakao, T., Kanazawa, Y., & Takahashi, T. (2018). Once-weekly hemodialysis combined with low-protein and low-salt dietary treatment as a favorable therapeutic modality for selected patients with end-stage renal failure: a

- prospective observational study in Japanese patients. *BMC nephrology*, 19(1), 151. <https://doi.org/10.1186/s12882-018-0941-2>.
61. van Vliet, S., Skinner, S. K., Beals, J. W., Pagni, B. A., Fang, H. Y., Ulanov, A. V., Li, Z., Paluska, S. A., Mazzulla, M., West, D. W. D., Moore, D. R., Wilund, K. R., & Burd, N. A. (2018). Dysregulated Handling of Dietary Protein and Muscle Protein Synthesis After Mixed-Meal Ingestion in Maintenance Hemodialysis Patients. *Kidney international reports*, 3(6), 1403–1415. <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2018.08.001>.
 62. Domínguez-Zambrano, E., Pedraza-Chaverri, J., López-Santos, A. L., Medina-Campos, O. N., Cruz-Rivera, C., Bueno-Hernández, F., & Espinosa-Cuevas, A. (2020). Association between Serum Uric Acid Levels, Nutritional and Antioxidant Status in Patients on Hemodialysis. *Nutrients*, 12(9), 2600. <https://doi.org/10.3390/nu12092600>.
 63. Bossola, M., Di Stasio, E., Viola, A., Cenerelli, S., Leo, A., Santarelli, S., & Monteburini, T. (2020). Dietary Daily Sodium Intake Lower than 1500 mg Is Associated with Inadequately Low Intake of Calorie, Protein, Iron, Zinc and Vitamin B1 in Patients on Chronic Hemodialysis. *Nutrients*, 12(1), 260. <https://doi.org/10.3390/nu12010260>.
 64. Xie, Z., McLean, R., & Marshall, M. (2018). Dietary Sodium and Other Nutrient Intakes among Patients Undergoing Hemodialysis in New Zealand. *Nutrients*, 10(4), 502. <https://doi.org/10.3390/nu10040502>.
 65. Suzuki, N., Hitomi, Y., Takata, H., Ushiya, S., Yamada, M., Sakai, Y., Konishi, T., Takeda, Y., Sumino, Y., Mizo, M., Tsuji, Y., Nishimura, M., Hashimoto, T., & Kobayashi, H. (2021). Association between salt intake and long-term mortality in hemodialysis patients: A retrospective cohort study. *PloS one*, 16(12), e0260671. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260671>.
 66. Narasaki, Y., Okuda, Y., Kalantar, S. S., You, A. S., Novoa, A., Nguyen, T., Streja, E., Nakata, T., Colman, S., Kalantar-Zadeh, K., Nguyen, D. V., & Rhee, C. M. (2021). Dietary Potassium Intake and Mortality in a Prospective Hemodialysis Cohort. *Journal of renal nutrition : the official journal of the Council on Renal Nutrition of the National Kidney Foundation*, 31(4), 411–420. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2020.05.008>.
 67. González-Ortiz, A., Xu, H., Ramos-Acevedo, S., Avesani, C. M., Lindholm, B., Correa-Rotter, R., Espinosa-Cuevas, Á., & Carrero, J. J. (2021). Nutritional status, hyperkalaemia and attainment of energy/protein intake targets in haemodialysis patients following plant-based diets: a longitudinal cohort study. *Nephrology, dialysis, transplantation : official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association*, 36(4), 681–688. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfaa194>.
 68. Garcia-Torres, R., Young, L., Murray, D. P., Kheda, M., & Nahman, N. S., Jr (2020). Dietary Protein Source and Phosphate Levels in Patients on Hemodialysis. *Journal of renal nutrition : the official journal of the Council on Renal Nutrition of the National Kidney Foundation*, 30(5), 423–429. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2019.11.006>.

69. Byrne, F., Gillman, B., Palmer, B., Kiely, M., Eustace, J., Kearney, P., Davidson, F., & Shiely, F. (2021). The effect of dietary phosphorus load and food matrix on postprandial serum phosphate in hemodialysis patients: a pilot study. *HRB open research*, 4, 119. <https://doi.org/10.12688/hrbopenres.13382.1>.
70. Brown-Tortorici, A. R., Narasaki, Y., You, A. S., Norris, K. C., Streja, E., Peralta, R. A., Guerrero, Y., Daza, A., Arora, R., Lo, R., Nakata, T., Nguyen, D. V., Kalantar-Zadeh, K., & Rhee, C. M. (2022). The Interplay between Dietary Phosphorous, Protein Intake, and Mortality in a Prospective Hemodialysis Cohort. *Nutrients*, 14(15), 3070. <https://doi.org/10.3390/nu14153070>.
71. Byrne, F. N., Gillman, B. A., Kiely, M., Palmer, B., Shiely, F., Kearney, P. M., Earlie, J., Bowles, M. B., Keohane, F. M., Connolly, P. P., Wade, S., Rennick, T. A., Moore, B. L., Smith, O. N., Sands, C. M., Slevin, O., McCarthy, D. C., Brennan, K. M., Mellett, H., Dahly, D., ... Eustace, J. (2020). Pilot Randomized Controlled Trial of a Standard Versus a Modified Low-Phosphorus Diet in Hemodialysis Patients. *Kidney international reports*, 5(11), 1945–1955. <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2020.08.008>.
72. Camaño-Puig, R. (2019). Evidencia científica, metodología y clasificaciones: niveles y recomendaciones, en Moreno-Castro, C. y Cano-Orón, L. (eds.) *Terapias Complementarias en la esfera pública*. Madrid: Dextra Editorial, pp. 259-293.

12. Anexos

Anexo 1.

- Niveles de evidencia y grados de recomendación.

Existen diversas propuestas para clasificar los niveles de evidencia, pero la propuesta que se enfoca en el tratamiento y procedimientos terapéuticos es la desarrollada por la Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN). Esta clasificación permite identificar el tratamiento así como mejorar la salud del paciente. (72)

Niveles de evidencia SIGN (72)	
Nivel de evidencia	Tipo de estudio
1++	Metanálisis de gran calidad, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos aleatorizados o ensayos clínicos aleatorizados con muy bajo riesgo de sesgos.
1+	Metanálisis bien realizados, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos aleatorizados o ensayos clínicos aleatorizados con bajo riesgo de sesgos.
1-	Metanálisis, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos aleatorizados o ensayos clínicos aleatorizados con alto riesgo de sesgos.
2++	Revisiones sistemáticas de alta calidad de estudios de cohortes o de casos-contrroles o estudios de cohorte o de casos-contrroles de alta calidad con muy bajo riesgo de confusión, sesgos o azar y una alta probabilidad de que la relación sea causal.
2+	Estudios de cohortes o de casos-contrroles bien realizados con bajo riesgo de confusión, sesgos o azar y una moderada probabilidad de que la relación sea causal.
2-	Estudios de cohortes o de casos-contrroles con alto riesgo de confusión, sesgos o azar y una significativa probabilidad de que la relación no sea casual.
3	Estudios no analíticos (observaciones clínicas y serie de casos).
4	Opiniones de expertos.

Grados de recomendación SIGN. (72)	
Grado de recomendación	Nivel de evidencia.
A	Al menos un metanálisis, revisión sistemática o ensayo clínico aleatorizado calificado como 1++ y directamente aplicable a la población objeto, o una revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados o un cuerpo de evidencia consistente principalmente en estudios calificados como 1+ directamente aplicables a la población objeto y que demuestren globalmente consistencia de los resultados.
B	Un cuerpo de evidencia que incluya estudios calificados como 2++ directamente aplicables a la población objeto y que demuestren globalmente consistencia de los resultados o extrapolación de estudios calificados como 1++ o 1+.
C	Un cuerpo de evidencia que incluya estudios calificados como 2+ directamente aplicables a la población objeto y que demuestren globalmente consistencia de los resultados, o extrapolación de estudios calificados como 2++.
D	Niveles de evidencia 3 o 4, o extrapolación de estudios calificados como 2+. Niveles de evidencia y grados de recomendación.