

# **CAPÍTULO I**

# **INTRODUCCIÓN**

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Introducción.

La Insuficiencia renal crónica es una enfermedad que implica el deterioro progresivo e irreversible de la función renal. Es decir, los riñones pierden lentamente su capacidad para eliminar toxinas y controlar su volumen de agua del organismo y puede llegar a ser terminal cuando la capacidad renal se reduce a 10%. En la mayoría de los casos se llega a la situación de enfermedad renal crónica, tras un periodo de tiempo variable, así que pueden pasar años desde el inicio del diagnóstico inicial hasta llegar a la fase crónica. Fisiológicamente, la insuficiencia renal se describe como una disminución en la filtración de la sangre o Tasa de Filtración Glomerular (TFG). Clínicamente, esto se manifiesta en una creatinina y urea elevadas en suero y se confirman con otros exámenes complementarios como la orina de 24 horas y Depuración de Creatinina Endógena (DCE).

Entre los tratamientos de sustitución renal están el trasplante de riñón y la diálisis (peritoneal y hemodiálisis), los cuales deben acompañarse de una dieta estricta, medicamentos y restricción de líquidos. La hemodiálisis constituye una modalidad terapéutica de sustitución de la función renal que hoy es aplicada en casi todos los países del mundo y puede garantizar por varios años una adecuada calidad de vida a estos enfermos. No es un tratamiento curativo de la insuficiencia renal, pero permite mantener al paciente de modo indefinido y dar tiempo a que la función renal se recupere, si ello es posible.

Con la hemodiálisis se ha logrado prolongar y mejorar la calidad de vida de los pacientes renales, debido a la reducción de toxinas (urea, creatinina y otros) responsables de provocar diferentes alteraciones a nivel renal, las cuales se pueden eliminar con la frecuencia, duración del tratamiento depurativo y flujo, permitido por el acceso vascular. De estos factores, depende en gran parte la calidad del tratamiento.

Aunque la urea no sea el marcador ideal de la toxicidad urémica, por ser una molécula pequeña en relación al tamaño de otros solutos urémicos y moléculas medias, es el que más adecuadamente refleja el estado urémico del enfermo, ya que su nivel en sangre se correlaciona con la supervivencia. Además, la urea proviene del catabolismo de las proteínas, reflejando de esta forma la ingesta proteica y el estado nutricional. La urea tiene una toxicidad moderada, pero es clara la asociación de síntomas ante el aumento de sus cifras y la disminución de ellos con su descenso durante la diálisis óptima. Esto sugiere que la urea es un marcador razonable para las toxinas nitrogenadas.

La calidad de la diálisis se “estima” por el Porcentaje de Reducción de Urea (PRU) que debe ser mayor o igual al 65% de manera que la hemodiálisis sea considerada eficiente y de calidad. Es por tal motivo la importancia de realizar una valoración de la urea pre y post hemodiálisis que es una de las pruebas fundamentales que nos va a indicar si el paciente dializado está estable o está empeorando.

## 1.2 Planteamiento del problema

Actualmente la mayoría de casos de enfermedad renal son diagnosticados en etapas avanzadas debido a que los síntomas aparecen cuando se ha perdido más del 70% de la función renal. La supervivencia de estos pacientes disminuye en porcentajes considerables año tras año. El estilo de vida de pacientes con enfermedad crónica también sufre cambios drásticos, ellos deben recibir dietas con restricciones en el consumo de líquidos, proteínas y alimentos ricos en potasio. Los pacientes manifiestan un gran cambio antes y después del inicio de hemodiálisis en su estado físico emocional y social. La hemodiálisis casi siempre se realiza en un centro para diálisis especial; por lo cual el hospital obrero N°7 cuenta entre 40 a 60 pacientes que asisten a sus sesiones de hemodiálisis dos a tres veces a la semana; teniendo un tiempo de duración entre 3 a 4 horas. Muchos de los pacientes logran mejorar la calidad y prolongan así el tiempo de

vida del paciente realizando este tipo de tratamiento, pero también existe un cierto porcentaje de pacientes en los cuales el tratamiento no da buenos resultados debido a su estado crónico avanzado que ya no tiene solución y llegan a perder la vida.

Por tal motivo, el hospital obrero realiza un control mensual de cada uno de los pacientes que son dializado donde se le hace un examen de rutina en el laboratorio para controlar el estado de cada paciente. El análisis de laboratorio está conformado por hemograma, glucosa, urea, creatinina, iono grama, calcio, fosforo, magnesio, bilirrubinas, fosfatasa alcalina, transaminasas, estos análisis se realizan previo a la hemodiálisis del paciente y posteriormente se realiza el control de la urea post hemodiálisis la cual tiene gran importancia para el personal de salud pues mediante la urea post podremos determinar el Porcentaje de Reducción de Urea (PRU) que nos servirá como marcador de calidad de cada paciente y la relación que tiene con la edad y el tiempo de tratamiento.

El PRU es el método más simple que se puede utilizar; sin embargo, el PRU no toma en consideración la contribución de la ultrafiltración, la función renal residual, ni la generación de urea intradiálisis, lo que hace que sea un método impreciso.

### 1.3 Formulación del Problema

¿La tasa de reducción de urea será un marcador de calidad de diálisis en enfermos renales crónicos del hospital obrero?

### 1.4 Justificación

Cada mes el área de hemodiálisis recibe nuevos pacientes crónicos que requieren sesiones de hemodiálisis para poder mejorar la calidad de vida del paciente y así también un número de pacientes llega a perder la vida pues el tratamiento ya no produce efecto en el mismo debido a su condición crítica, por lo general tiene mucha relación con la edad del paciente es por tal motivo que nos enfocaremos en la urea pre y post hemodiálisis ya que la urea ofrece varias ventajas respecto a otros solutos que la avalan

como una sustancia marcador, excelente para cuantificar la diálisis ya que esta elevada en sangre en todos los pacientes, puede ser medida fácilmente, su concentración en sangre se ha correlacionado con la intensidad de la sintomatología urémica, las complicaciones clínicas asociadas a la diálisis están en relación con solutos de peso molecular pequeño, es depurada con facilidad con las técnicas de diálisis actuales, su distribución en el organismo es muy uniforme y es el principal producto nitrogenado del catabolismo proteico. por tal razón la urea es nuestro principal marcador que nos ayudará a determinar la tasa de reducción de urea como marcador de los pacientes crónicos que asisten al hospital obrero

**CAPÍTULO II**  
**MARCO**  
**TEORICO**

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Definición

La urea es un compuesto químico cristalino e incoloro; de fórmula  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ . Se encuentra en mayor proporción en la orina, en el sudor y en la materia fecal. Es el principal producto terminal del metabolismo de las proteínas en el humano y en los demás mamíferos. La orina humana contiene unos 20 g por litro, un adulto elimina de 25 a 39 g diariamente. Es uno de los pocos compuestos orgánicos que no tienen enlaces C-C o C-H.

En cantidades menores, se presenta en la sangre, en el hígado, en la linfa y en los fluidos serosos, y también en los excrementos de los peces y muchos otros animales. También se encuentra en el corazón, en los pulmones, en los huesos y en los órganos reproductivos, así como el semen. La urea se forma principalmente en el hígado como un producto final del metabolismo. “El nitrógeno de la urea, que constituye el 80 % del nitrógeno en la orina, procede de la degradación de los diversos compuestos con nitrógeno, sobre todo de los aminoácidos de las proteínas en los alimentos” (1 p25). En los mamíferos la urea se forma en un ciclo metabólico denominado ciclo de la urea. La urea está presente también en los hongos, así como en las hojas y semillas de numerosas legumbres y cereales.

Debido a su momento dipolar, la urea es soluble en agua y en alcohol, y ligeramente soluble en éter.

### 2.2 Ciclo de la Urea

El ciclo de la urea empieza en el interior de las mitocondrias del hígado, si bien tres de los pasos siguientes tienen lugar en el citosol; por tanto, el ciclo abarca dos compartimientos celulares. El primer grupo amino que entra en el ciclo de la urea proviene del amoníaco de la matriz mitocondrial, como resultado de las múltiples rutas descritas. Parte del amoníaco también llega al hígado vía vena porta a partir del intestino,

en donde se produce por oxidación bacteriana de aminoácidos. Cualquiera que sea su origen, el  $\text{NH}_4$  generado en las mitocondrias hepáticas se utiliza inmediatamente junto con el  $\text{CO}_2$  (en forma de  $\text{HCO}_3^-$ ) producido por la respiración mitocondrial, generando carbamoil fosfato en la matriz. Esta reacción dependiente de ATP es catalizada por la carbamoil fosfato sintetasa I, la enzima reguladora. La forma mitocondrial de la enzima es distinta de la forma citosólica (II), que tiene una función diferente en la síntesis de pirimidinas. El carbamoil fosfato, que puede ser considerado como un donador activado del grupo carbamilo, entra ahora en el ciclo de la urea, que consta de cuatro pasos enzimáticos. En primer lugar, el carbamoil fosfato cede su grupo carbamilo a la ornitina para formar citrulina y libera  $\text{P}_i$  y tiene lugar a través de un intermedio citrulil-AMP<sup>1</sup>. La ornitina desempeña pues un papel similar al del oxalacetato en el ciclo del ácido cítrico, aceptando material en cada vuelta del ciclo. La reacción está catalizada por la ornitina transcarbamilasa, y la citrulina formada pasa de la mitocondria al citosol.

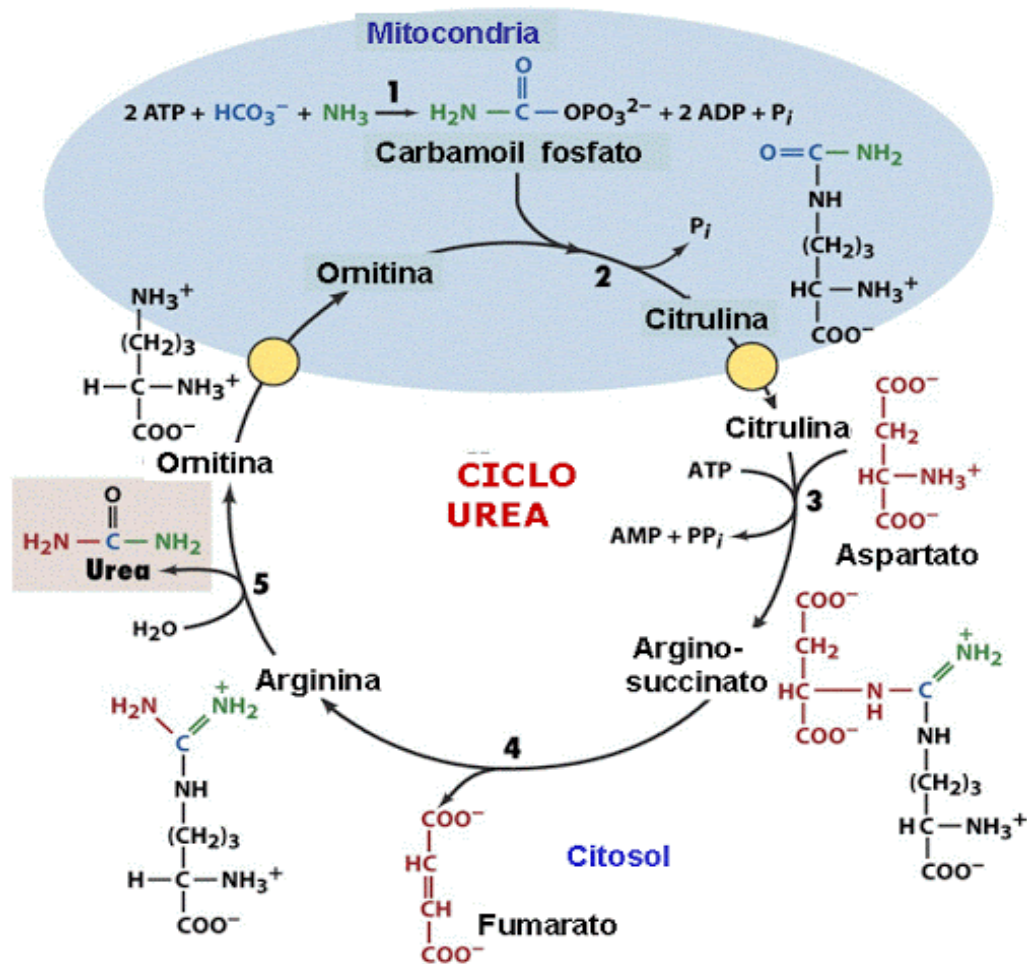
El segundo grupo amino se introduce a partir del aspartato (generado en la mitocondria por transaminación y transportado al citosol) mediante una reacción de condensación entre el grupo amino del aspartato y el grupo ureido (carbonilo) de la citrulina, que forma argininosuccinato. Esta reacción citosólica, catalizada por la argininosuccinato sintetasa, requiere ATP. A continuación, se corta reversiblemente el argininosuccinato por la argininosuccinato liasa, para formar arginina libre y fumarato, que entra en la mitocondria y se une a la reserva de intermedios del ciclo del ácido cítrico. En la última reacción del ciclo de la urea, la enzima citosólica arginasa corta la arginina dando urea y ornitina. La ornitina es transportada a la mitocondria para iniciar otra vuelta del ciclo de la urea.

Las enzimas de muchas rutas metabólicas están agrupadas. El producto de una enzima se canaliza directamente a la siguiente enzima de la vía. En el ciclo de la urea, las enzimas mitocondriales y citosólicas parecen estar agrupados de esta forma. La citrulina transportada al exterior de la mitocondria no se diluye en la reserva general de



metabolitos del citosol, sino que pasa directamente al centro activo de la argininosuccinato sintetasa. Esta canalización entre enzimas continúa para el argininosuccinato, arginina y ornitina. Sólo se libera la urea a la reserva general de metabolitos del citosol.

### Ciclo de la Urea



Fuente: [http://www3.uah.es/bioquimica/Tejedor/BBM-II\\_farmacia/tema14-2.htm](http://www3.uah.es/bioquimica/Tejedor/BBM-II_farmacia/tema14-2.htm)

### 2.3 Relación con el Ciclo de Krebs

Dado que el fumarato producido en la reacción de la argininosuccinato liasa es también un intermediario del ciclo del ácido cítrico, los ciclos están, en principio, interconectados –en un proceso conocido como el “doble ciclo de Krebs”-. Sin embargo, cada ciclo puede funcionar de manera independiente y la comunicación entre ellos depende del transporte de intermediarios clave entre la mitocondria y el citosol. Varias enzimas del ciclo del ácido cítrico, incluyendo la fumarasa (fumarato hidratasa y la malato deshidrogenasa) también están presentes como isozimas en el citosol. El fumarato generado en la síntesis citosólica de arginina puede, por tanto, convertirse en malato y a continuación en oxalacetato en el citosol, y estos intermediarios pueden seguir siendo metabolizados en el citosol o ser transportados a las mitocondrias para su utilización en el ciclo del ácido cítrico.

El aspartato formado en las mitocondrias por transaminación entre oxalacetato y glutamato puede ser transportado al citosol, en donde actúa como donador de nitrógeno en la reacción del ciclo de la urea catalizada por la argininosuccinato sintetasa. Estas reacciones, que constituyen la desviación del aspartato-argininosuccinato, proporcionan vínculos metabólicos entre las rutas separadas por las que se procesan los grupos amino y los esqueletos carbonados de los aminoácidos.

### 2.4 Regulación del Ciclo de la Urea

El flujo de nitrógeno a través del ciclo de la urea varía con la dieta de un organismo. Cuando la dieta es mayoritariamente proteína, la utilización de los esqueletos carbonados de los aminoácidos como combustible da lugar a la producción de mucha urea a partir del exceso de grupos amino. Durante la inanición prolongada, en la que la degradación de proteína muscular empieza a suministrar gran parte de la energía metabólica del organismo, también aumenta sustancialmente la producción de urea.

Estos cambios en la demanda de actividad del ciclo de la urea se consiguen a largo plazo mediante la regulación de las velocidades de síntesis de los cuatro enzimas del ciclo de

la urea y de la carbamil fosfato sintetasa I en el hígado. Las cinco enzimas se sintetizan a velocidades más elevadas durante la inanición o en los animales con dietas muy ricas en proteínas que en animales bien alimentados con dietas que contienen principalmente glúcidos y grasas. Los animales con dietas carentes de proteínas producen niveles más bajos de las enzimas del ciclo de la urea.

En una escala de tiempo más corta, la regulación alostérica de al menos una enzima clave ajusta el flujo a través del ciclo de la urea. La primera enzima de la ruta, la carbamil fosfato sintetasa I, está activada alostéricamente por el N-acetilglutamato, que es sintetizado a partir del acetyl-CoA y glutamato por la N-acetilglutamato sintasa. Esta enzima cataliza el primer paso de la síntesis de novo de la arginina a partir de glutamato en plantas y microorganismos. Los mamíferos, sin embargo, tienen actividad N-acetilglutamato sintasa en el hígado, pero carecen del resto de enzimas necesarias para convertir glutamato en arginina. Por tanto, el uso de N-acetilglutamato para activar un paso en el ciclo de la urea resulta enigmático.

## 2.5 Los Riñones

“Los riñones son unos órganos en forma de alubia que ocupan un lugar prominente en el sistema urinario. Cada uno mide unos 12 cm de largo y pesa alrededor de unos 150 g. Están localizados a cada lado de la columna vertebral, justo detrás de la cavidad abdominal, que contiene algunos de los órganos digestivos” (2).

Cada uno de los riñones recibe sangre de una ramificación de la arteria aorta, denominada arteria renal. La sangre fluye desde la arteria renal hacia arterias cada vez más pequeñas, denominadas arteriolas. De las arteriolas, la sangre fluye al interior de los glomérulos, que son haces de vasos microscópicos denominados capilares. La sangre sale de cada glomérulo por una arteriola que conecta con una pequeña vena. Las venas pequeñas se unen para formar una sola vena renal grande que extrae la sangre de cada riñón.

Las nefronas son unidades microscópicas que filtran la sangre y producen la orina. Cada riñón contiene alrededor de un millón de nefronas. A su vez, cada una de ellas contiene un glomérulo rodeado por una estructura con una pared muy delgada en forma de tazón (cápsula de Bowman). En la nefrona hay también un conducto diminuto (túbulo) que desagua el líquido (que pronto se convierte en orina) desde el espacio en la cápsula de Bowman (espacio de Bowman). Cada túbulo tiene tres partes conectadas entre sí: el túbulo proximal, el asa de Henle y el túbulo distal. La tercera parte de la nefrona es un conducto colector que evacua el fluido desde el túbulo. Después de haber salido del conducto colector, el líquido se considera orina.

Los riñones constan de una parte externa (corteza) y una parte interna (médula). Todos los glomérulos están localizados en la corteza, mientras que los túbulos están localizados tanto en la corteza como en la médula. La orina se vacía desde los conductos colectores de miles de nefronas al interior de una estructura en forma de copa (cáliz). Cada riñón tiene varios cálices, que desaguan en una sola cámara central (pelvis renal). La orina se evacua desde la pelvis renal de cada riñón hacia el interior de un uréter.

## 2.6 Funciones de los riñones

Todas las funciones realizadas normalmente por los dos riñones las puede llevar a cabo un solo riñón sano. Algunas personas nacen con un solo riñón y otras, optan por donar un riñón para trasplante a otra persona con insuficiencia renal. En otros casos, un riñón puede quedar gravemente lesionado a causa de una enfermedad o por una lesión.

La función principal de los riñones es:

- Mantener el equilibrio de agua y minerales (incluidos los electrolitos) en el organismo

Las funciones renales adicionales son:

- La filtración y la eliminación de los desechos producidos durante la transformación de los alimentos, los medicamentos y las sustancias perjudiciales (toxinas).
- Regulación de la presión arterial
- Secreción de ciertas hormonas
- Equilibrio hidroelectrolítico

Para conservar la vida, las personas consumen agua regularmente. La mayoría del agua es producida por la transformación (metabolismo) de los alimentos. “Si la cantidad de agua añadida al organismo no es compensada por una cantidad igual de agua eliminada, el líquido se acumula rápidamente, la persona se pone enferma e incluso puede morir” (3 p137). El exceso de agua diluye los electrolitos del organismo, mientras que la restricción de agua los concentra. Los electrólitos del organismo deben mantenerse en concentraciones muy precisas. Los riñones regulan el equilibrio entre agua y electrolitos y ayudan a mantenerlo en el nivel correcto.

La sangre entra en un glomérulo con una presión elevada. La mayoría de la porción líquida de la sangre se filtra a través de unos pequeños poros en el glomérulo, dejando atrás las células sanguíneas y las moléculas más grandes, como las proteínas. El líquido claro, filtrado, entra en el espacio de Bowman y pasa al túbulo que sale de la cápsula de Bowman. En los adultos sanos, se filtran cada día alrededor de 180 L de líquido en los túbulos renales. Casi todo este líquido (y los electrólitos que contiene) queda reabsorbido por el riñón. Solo alrededor del 1,5 al 2% de este se elimina en forma de orina. Para que sea posible la reabsorción, distintas partes de la nefrona secretan y reabsorben activamente diferentes electrolitos, que arrastran el agua y, otras partes de la nefrona varían su permeabilidad al agua, permitiendo que más o menos líquido vuelva a la circulación. Los detalles de estos procesos son algo complejos.

En la primera parte del conducto (túbulo contorneado proximal) se reabsorbe la mayor parte de sodio, agua, glucosa y otras sustancias filtradas, que posteriormente se reincorporan a la sangre. En la siguiente parte del conducto (el asa de Henle) se bombea sodio, potasio y cloro hacia el exterior del conducto (reabsorbido). De este modo, el líquido restante se diluye progresivamente. El líquido diluido pasa por la parte siguiente del conducto (el túbulo contorneado distal), donde se bombea hacia el exterior la mayor parte del sodio restante, a cambio de potasio y ácido, que son bombeados hacia el interior.

El líquido de los túbulos de varias nefronas entra en un conducto colector. En los conductos colectores, el líquido permanece diluido, o bien el agua es absorbida y devuelta a la sangre, lo que aumenta la concentración de la orina. La reabsorción del agua queda regulada por la hormona antidiurética (producida por la hipófisis) y otras hormonas. Estas hormonas ayudan a regular la función renal y a controlar la composición urinaria para mantener el equilibrio hidroelectrolítico en el organismo.

## 2.7 Filtración y eliminación

A medida que el cuerpo metaboliza los alimentos, se forman ciertos productos de desecho, que deben ser eliminados del organismo. Uno de los principales productos de desecho es la urea, que procede del metabolismo de las proteínas. La urea pasa libremente a través del glomérulo hacia el interior del líquido tubular y, como no es reabsorbida, pasa a la orina.

Otras sustancias indeseables, tales como los ácidos y otros residuos metabólicos, muchas toxinas y los fármacos, se secretan activamente en la orina a través de las células del túbulo renal (y proporcionan a la orina su olor característico).

## 2.8 Regulación de la presión arterial

Otra función de los riñones es ayudar a regular la presión arterial del organismo mediante la excreción del exceso de sodio. Si se elimina muy poco sodio, es probable que la presión arterial aumente. Los riñones también ayudan a regular la presión arterial

mediante la producción de una enzima denominada renina. Cuando la presión arterial disminuye por debajo de los niveles normales, los riñones liberan renina a la sangre y, de este modo, activan el sistema renina-angiotensina-aldosterona, que a su vez eleva la presión arterial. Los riñones también producen urotensina, que provoca una constricción de los vasos sanguíneos y ayuda a elevar la presión arterial. Una persona afectada por insuficiencia renal tiene una menor capacidad para regular la presión arterial y, por consiguiente, tiende a tener una presión arterial elevada.

### 2.9 Secreción de hormonas

Mediante la secreción de hormonas, los riñones ayudan a regular otras funciones importantes, como la producción de glóbulos rojos (eritrocitos) y el crecimiento y mantenimiento de los huesos.

Los riñones producen una hormona denominada eritropoyetina, que estimula la producción de glóbulos rojos en la médula ósea, luego, la médula ósea libera los glóbulos rojos al torrente sanguíneo.

El crecimiento y mantenimiento de unos huesos sanos es un proceso complejo que depende de varios sistemas orgánicos, incluidos los riñones. Los riñones ayudan a regular las concentraciones de calcio y fósforo, minerales fundamentales para la buena salud de los huesos. Realizan este proceso mediante la conversión de una forma inactiva de vitamina D (producida en la piel y también presente en muchos alimentos) en una forma activa de vitamina D (calcitriol), que actúa de modo similar a una hormona que estimula la absorción de calcio y fósforo en el intestino delgado.

### 2.10 Insuficiencia Renal

Se denomina insuficiencia renal aguda (IRA) a la reducción brusca, en horas o días, de la función renal; se produce una disminución del filtrado glomerular y un cúmulo de productos nitrogenados séricos (aumento de urea y creatinina en sangre) con incapacidad para regular la homeostasis (equilibrio ácido-base e hidroelectrolítico).

Aunque se suele asociar a una disminución de la diuresis (IRA oligúrica), hasta un 40% de los casos no cursan con oliguria e incluso puede existir poliuria (IRA no oligúrica).

“La IRA suele presentarse como una complicación de enfermedades graves previas, apareciendo entre el 5 al 30% de enfermos hospitalizados” (3 p177).

## 2.11 Clasificación Etiopatogénica

Desde el punto de vista fisiopatológico existen tres mecanismos por los que puede producirse un fracaso renal agudo:

### 2.11.1 IRA Prerenal o Funcional

Existe una inadecuada perfusión renal que compromete el filtrado glomerular; sería, por tanto, una respuesta fisiológica a la hipoperfusión renal pero el parénquima renal está íntegro. Es la causa más frecuente de IRA suponiendo el 60-70% de los casos. Es reversible si se actúa sobre la causa desencadenante de manera precoz.

Las causas más frecuentes de IRA prerenal se presentan en la tabla

<b>Hipovolemia:</b> hemorragias (gastrointestinales, quirúrgicas, postparto); digestivas (vómitos, diarreas); pérdidas renales (diuréticos, cetoacidosis diabética, diabetes insípida, insuficiencia suprarrenal); secuestro de líquidos en el espacio extravascular (pancreatitis, peritonitis, quemaduras, hipoalbuminemia)
<b>Disminución del Gasto Cardíaco:</b> Insuficiencia cardíaca agudo (infarto, taponamiento, arritmias); embolia pulmonar masiva; hipertensión pulmonar.
<b>Vasodilatación Periférica:</b> Sepsis, anafilaxia, antihipertensivos, anestesia
<b>Vasoconstricción Renal:</b> hipercalcemia, norepinefrina, Ciclosporina, anfotericina B, cirrosis con ascitis (síndrome hepatorenal)
<b>Alteración de las respuestas Autorreguladoras Renales:</b> Inhibidores de



las prostaglandinas, como los antiinflamatorios no esteroideos (AINES); inhibidores de la enzima convertidora de la angiotensina (IECAS)

### 2.11.2 IRA Renal, Parenquimatosa o Intrínseca

La causa del deterioro de la función renal es un daño en las estructuras anatómicas; se clasifica según la estructura primariamente dañada: glomérulos, túbulos, intersticio o vasos renales. Esta causa supone el 25% de los casos de IRA.

Desde un punto de vista clínico-patológico se dividen las causas de IRA intrínseca en 4 apartados.

<b>Necrosis Tubular Aguda (NTA):</b> lesión de los túbulos renales por mecanismos isquémicos o tóxicos
<b>Lesión Glomerular:</b> glomerulonefritis agudas y rápidamente progresivas, hipertensión maligna, vasculitis, síndrome hemolítico-urémico, púrpura trombótica trombocitopénica, toxemia del embarazo, esclerodermia.
<b>Lesión Tubulointersticial:</b> reacciones alérgicas a fármacos (antibióticos, AINES, diuréticos), infecciones (legionella, leptospira, citomegalovirus, candidas)
<b>Lesión de Grandes vasos:</b> obstrucción de arterias renales (placa aterosclerótica, trombosis, embolia), obstrucción de venas renales (trombosis, compresión)

La necrosis tubular aguda (NTA) es la causa más frecuente de IRA intrínseca, representando el 70% de los casos. El daño afecta a las células tubulares renales, con un grado de afectación variable, desde lesiones mínimas a necrosis cortical. Este cuadro lo pueden provocar dos causas fundamentales:

1. Isquemia: es la causa más frecuente. Cursa clínicamente con oliguria. Todas las causas de IRA prerrenal mantenidas de manera prolongada en el tiempo acaban provocando un cuadro de NTA. Así, se considera la NTA como un estadio final de las formas prerrenales, cuando se mantienen las causas que causan la hipoperfusión renal
2. Tóxica: los tóxicos más frecuentemente implicados son los antibióticos (aminoglucosidos, cefalosporinas), contrastes radiológicos, AINES, anestésicos, toxicas endógenas (mioglobinuria por rabdomiolisis, Hemoglobinuria por hemólisis, hiperuricemia, hipercalcemia). La NTA por tóxicos puede cursar con diuresis conservada e incluso aumentada.

### 2.11.3 IRA Posrenal u Obstructiva

Las causas son lesiones que produzcan un obstáculo en la vía urinaria que impida la salida de la orina formada, provocando un aumento de presión que se transmite retrógradamente, comprometiendo el filtrado glomerular. Supone un 5% de las causas de IRA. Pueden ser lesiones extrarrenales de uréteres-pelvis (litiasis, tumores, fibrosis.), vejiga (litiasis, coágulos, tumores, prostatismo, vejiga neurógena), uretra (estenosis, fimosis) o también lesiones intrarrenales (depósito de cristales, coágulos, cilindros).

Para que estas causas produzcan una IRA es necesario que la obstrucción sea grave, prolongada y que afecte a tracto urinario distal (meato uretral externo, cuello de la vejiga) o bien a los uréteres de manera bilateral o unilateral en paciente con un único riñón funcionante.

## 2.12 Diagnóstico

### 2.12.1 Clínica y Exploración

La clínica de las diferentes formas de IRA dependerá de las causas desencadenantes. Así, en la forma prerrenal destacarán las manifestaciones de reducción verdadera de volumen (sed, hipotensión, taquicardia, disminución de la presión venosa yugular, disminución de peso, sequedad de piel y mucosas) o de reducción “efectiva” de volumen (en este caso la exploración revelará signos de hepatopatía crónica, insuficiencia cardíaca avanzada, sepsis). Es importante destacar que en estos casos la IRA desaparece rápidamente tras reestablecer la perfusión renal.

En el caso de la forma renal o intrínseca hay que investigar la presencia de isquemia renal prolongada (shock hipovolémico, shock séptico, cirugía mayor). En estos casos existe oliguria o incluso anuria (diuresis diaria < 100 ml). La probabilidad de que estemos ante un cuadro de NTA aumenta aún más si la IRA persiste a pesar del reestablecimiento de la perfusión renal.

La posibilidad de IRA nefrotóxica requiere el estudio de los medicamentos que ha recibido recientemente el paciente (antibióticos del tipo aminoglucosidos o cefalosporinas, sobre todo cefaloridina, anfotericina B, cisplatino.), exposición a contrastes radiológicos (sobre todo si se han realizado en pacientes de riesgo: ancianos, diabetes mellitus, deshidratación previa, mieloma múltiple.). Las toxinas también pueden tener un origen endógeno como la mioglobina (tras una rabdomiólisis, por destrucción muscular aguda) o hemoglobina (tras hemólisis grave).

Destacar que en la NTA por tóxicos la diuresis suele estar conservada. En la forma posrenal la causa más frecuente en el varón es la obstrucción del cuello de la vejiga por una enfermedad prostática (hiperplasia o carcinoma). La diuresis fluctuante es característica de la uropatía obstructiva.

### 2.12.2 Datos de Laboratorio Exploraciones Complementarias

Es imprescindible la determinación de:

- a. **Bioquímica sanguínea:** urea, creatinina, glucosa, iones. CK.

La característica fundamental de la IRA es la aparición de uremia aguda de rápida aparición. A nivel práctico se considera que esto ocurre cuando la creatinina plasmática aumenta 0,5 mg/dl/día durante varios días. “Si la IRA ocurre en el seno de una insuficiencia renal crónica, se considera que el aumento debe ser mayor de 1 mg/dl/día” (4 p16).

La creatinina también puede calcularse el grado de disfunción renal detectando el deterioro del aclaramiento de creatinina. Para ello, en urgencias, se puede usar esta fórmula

$$\text{Ccr} = \frac{(140 - \text{edad en años}) \times \text{peso en Kg}}{\text{Cr en plasma} \times 72 (\sigma) \text{ o } 85 (\varphi)}$$

Ccr: aclaramiento de creatinina

El aclaramiento de creatinina (Ccr) es una prueba aceptada como medida del filtrado Glomerular. El valor normal de Ccr es de 100-120 ml/min. En el caso de IRA el Ccr calculado debe reducirse un 50%. Existirá hiperpotasemia en casos de IRA oligúrica o en estados hipercatabólicos, como sucede en la hemólisis, rabdomiolisis y en los casos de lisis tumoral. La hipopotasemia se da en las formas poliúricas.

La hiponatremia es también un hallazgo frecuente. Un manejo incorrecto del paciente, con un aporte excesivo de agua en proporción a la de sodio, puede agravar aún más la hiponatremia.

El aumento del ácido úrico es característico de la IRA aunque habitualmente es moderado y asintomática, no pasando de los 12 mg Suele existir hipocalcemia, hiperfosforemia e hipermagnesemia. La severidad de estas alteraciones será paralela a la del daño renal que las ha ocasionado.

**b. Hemograma:**

Puede tener gran importancia en el diagnóstico diferencial entre IRA e insuficiencia renal crónica (IRC): así si aparece una anemia normocítica normocrómica, estará más en concordancia con una IRC.

**c. Gasometría arterial:**

El patrón ácido-base más frecuente del fracaso renal agudo es la acidosis metabólica ya que el riñón es incapaz de eliminar los ácidos fijos no volátiles.

**d. Estudio de la orina:**

Es importante destacar que se debe recoger la orina antes de administrar cualquier medicación (sobre todo diuréticos) o fluidoterapia ya que se pueden producir importantes errores de cálculo:

Volumen urinario: debido a las variaciones en la diuresis de las distintas formas de IRA en general no tiene gran valor diagnóstico, aunque si sirve para clasificar la IRA como oligúrica y no oligúrica

Sedimento urinario: En la IRA prerrenal el sedimento no contiene células, pero si cilindros hialinos formados por la proteína de TAMM-HORSFALL. En NTA existen cilindros granulados, pigmentados y de células epiteliales, generalmente en asociación con hematuria microscópica.

Proteinuria: suele verse en la NTA, es de tipo tubular y menor de 1 gr/24 h. Sistemático de orina: el estudio de iones, urea, creatinina, osmolaridad y densidad junto al sedimento

urinario son fundamentales para el diagnóstico diferencial de IRA prerrenal de NTA (ver más adelante).

### 2.13 Insuficiencia Renal Crónica

La Enfermedad Renal Crónica es la pérdida permanente e irreversible de la función renal que puede ser el resultado de daño físico y la presencia de alguna enfermedad que dañe los riñones como la diabetes o la presión arterial alta. Cuando los riñones se enferman, no filtran los desechos o el exceso de agua de la sangre. Se le conoce como una enfermedad silenciosa porque no produce muchos síntomas sino hasta que la enfermedad ha progresado.

Etiología:

- Diabetes Mellitus
- Hipertensión
- Glomerulonefritis
- Enfermedad poliquística
- Infecciones
- Edad
- Raza
- Antecedentes familiares

### 2.14 Prevención de la enfermedad de los riñones

Tiene más probabilidades de desarrollar una enfermedad de los riñones si tiene:

- diabetes
- presión arterial alta

- enfermedad cardíaca
- antecedentes familiares de la falla de los riñones

## 2.15 Qué hacer para mantener los riñones sanos

Puede proteger sus riñones evitando o controlando los problemas de salud que producen daño de los riñones, tales como la diabetes y la presión arterial alta. Las medidas descritas a continuación pueden ayudar a mantener su cuerpo saludable, incluyendo a sus riñones.

La enfermedad de los riñones de estadio inicial no presenta síntomas, de manera que hacerse un chequeo puede ser la única manera de saber si los riñones están sanos. Un médico lo ayudará a decidir qué tan frecuente se debe hacer la prueba.

Ver a un médico de inmediato si se desarrolla una infección del tracto urinario (ITU), la cual produce daño en los riñones si no se trata.

### 2.15.1 Elegir alimentos saludables

Escoja los alimentos que son saludables para su corazón y todo su cuerpo: frutas frescas, vegetales frescos o congelados, granos enteros y derivados lácteos semidescremados o descremados. Coma comidas saludables y disminuya la sal y azúcar añadidos. Ingiera menos de 2300 miligramos de sodio diarios. “Trate de que menos del 10 por ciento de sus calorías diarias provengan de azúcares añadidos” (5 p5).

Escoja alimentos saludables para su cuerpo.

### 2.15.2 Consejos para elegir alimentos saludables

- Cocine con una mezcla de especias en lugar de sal.
- Escoja como ingredientes vegetales tales como la espinaca, el brócoli y los pimientos en su pizza.
- Pruebe a hornear o asar la carne, el pollo y el pescado en lugar de freírlos.

- Sirva los alimentos sin salsas o grasas añadidas.
- Trate de elegir alimentos con poca o sin azúcar añadida.
- Gradualmente, disminuya el consumo de leche completa a leche al 2 por ciento hasta que tome y cocine con leche descremada o semidescremada y productos lácteos.
- Coma alimentos hechos de granos completos—tales como trigo integral, arroz integral, avena y maíz de grano entero—a diario. Use pan de grano entero para las tostadas y emparedados, sustituya el arroz integral por arroz blanco para las comidas hechas en casa y cuando salga a comer.
- Lea las etiquetas de los alimentos. Escoja alimentos bajos en grasas saturadas, grasas trans, colesterol, sal (sodio) y azúcares añadidos.
- Prolongue el tiempo de merienda. Comer una bolsa de palomitas bajas en grasas toma más tiempo que comer un pedazo de pastel. Pele y cómase una naranja en lugar de tomar jugo de naranja.
- Trate de mantener un registro escrito de lo que come durante una semana. Puede ayudarle a ver cuándo tiende a comer de más o comer alimentos ricos en grasa o calorías.

Investigaciones han demostrado que el plan alimenticio de enfoques dietéticos para detener la hipertensión (Dietary Approaches to Stop Hypertension, DASH, por sus siglas en inglés) lo puede ayudar a disminuir su presión arterial. Si tiene diabetes, presión arterial alta o enfermedad cardíaca, es posible que desee ubicar y trabajar con un dietista para crear un plan de alimentación que satisfaga sus necesidades.

### 2.15.3 Hacer de la actividad física parte de la rutina

Tenga actividad por 30 minutos o más la mayoría de los días. Si no tiene actividad ahora, pregunte a su médico sobre el tipo y cantidad de actividad física que está bien para usted. Añada más actividad a su vida para ayudarlo a mantenerse activo.



#### 2.15.4 Aspirar a tener un peso saludable

El Planificador de peso corporal del NIH es una herramienta en línea que lo ayudará a ajustar sus planes de alcanzar y mantenerse en un peso saludable.

Si tiene sobrepeso o es obeso, trabaje con su médico o dietista para crear un plan de pérdida de peso realista. Vea más recursos de actividad física y control de peso que lo ayudarán a mantenerse motivado.

#### 2.15.5 Dormir suficiente

Aspire dormir 7 a 8 horas cada noche. Si tiene problemas para dormir, tome medidas para mejorar sus hábitos de sueño.

#### 2.15.6 Dejar de fumar

Si fuma o usa otros productos de tabaco, suspéndalo. Pida ayuda de modo que no tenga que hacerlo solo. Para más consejos sobre dejar de fumar, lea libros o revistas que le ayuden a resolver el problema

#### 2.15.7 Limitar la ingesta de alcohol

Tomar demasiado alcohol puede aumentar su presión arterial y añadir calorías adicionales, que lo llevan a ganar peso. Si toma alcohol, límitese a una bebida diaria si es mujer y dos bebidas diarias si es hombre. Una bebida es:

- 12 onzas de cerveza
- 5 onzas de vino
- 1,5 onzas de licor

### 2.15.8 Explorar actividades para reducir el estrés

Aprender cómo manejar el estrés, relajarse y enfrentar los problemas puede mejorar la salud física y emocional. La actividad física puede ayudar a disminuir el estrés, así como las prácticas que involucran la mente y el cuerpo, tales como la meditación, el yoga.

### 2.15.9 Control de la diabetes, la presión arterial alta y la enfermedad cardíaca

Si sufre de diabetes, presión arterial alta, o enfermedad cardíaca, la mejor manera de proteger sus riñones del daño es:

**2.15.9.1 Mantener las cifras de glucemia cerca de su meta.** Revisar su nivel de azúcar en sangre o glucemia es una manera importante de controlar su diabetes. Su equipo de cuidado de la salud pudiera querer que se mida su glucemia una o más veces al día.

**2.15.9.2 Mantener sus cifras de presión arterial cerca de su meta.** Para la mayoría de las personas con diabetes, la meta de presión arterial es menos de 140/90 mmHg.

**2.15.9.3 Tomar todas sus medicinas como se le prescriben.** Hable con su médico sobre ciertas medicinas para la presión arterial llamados IECA y ARA-II, los cuales pueden proteger sus riñones. Los nombres de estas medicinas terminan en -pril o en -sartan.

Tenga cuidado con el uso diario de medicinas sin prescripción. El uso regular de fármacos antiinflamatorios no esteroideos (AINE), tales como ibuprofeno y naproxeno, puede dañar sus riñones.

**2.15.9.4 Para ayudar a prevenir infartos y derrames cerebrales, mantenga sus niveles de colesterol dentro del rango establecido.** Hay dos tipos de colesterol en la sangre: LDL y HDL. El colesterol LDL o “malo” se puede acumular y obstruir sus vasos sanguíneos, lo que produce infarto cardíaco o derrame cerebral. El colesterol HDL o “bueno” ayuda a remover el colesterol “malo” de los vasos sanguíneos. Un examen de colesterol también puede medir otro tipo de grasa llamada triglicéridos.

## **2.16 Hemodiálisis**

La función principal de sus riñones es eliminar toxinas y líquido extra de la sangre. Si los productos de desecho se acumulan en el cuerpo, puede ser peligroso y causar incluso la muerte.

La hemodiálisis (y otros tipos de diálisis) cumple la función de los riñones cuando dejan de funcionar bien.

La hemodiálisis puede:

- Eliminar la sal extra, el agua y los productos de desecho para que no se acumulen en su cuerpo
- Mantener niveles seguros de minerales y vitaminas en su cuerpo
- Ayudar a controlar la presión arterial
- Ayudar a producir glóbulos rojos

Durante la hemodiálisis, la sangre pasa a través de un tubo hasta un riñón artificial o filtro.

- El filtro, llamado dializador, se divide en 2 partes separadas por una pared delgada.

- A medida que la sangre pasa a través de una parte del filtro, un líquido especial en la otra parte extrae los residuos de la sangre.
- La sangre luego regresa al cuerpo a través de un tubo.

El médico creará un acceso donde se conecta el tubo. Por lo regular, un acceso estará en un vaso sanguíneo en el brazo.

#### 2.16.1 Cuándo iniciar la diálisis

La insuficiencia renal es la última etapa de la enfermedad renal prolongada (crónica). Esto es cuando los riñones ya no pueden atender las necesidades de su cuerpo por más tiempo. Su médico analizará con usted el uso de la diálisis antes de que la necesite. Generalmente, usted irá a diálisis cuando solo le quede del 10% al 15% de la función del riñón. También se necesita diálisis si los riñones repentinamente dejan de funcionar debido a una insuficiencia renal aguda.

#### 2.16.2 Proceso de Hemodiálisis

“Un aparato de hemodiálisis tiene un filtro especial llamado un Dializador o Riñón Artificial, el cual limpia la sangre” (6 p24). Para que la sangre pase por el dializador, el médico tiene que establecer un acceso o entrada a los vasos sanguíneos. Se pueden crear tres tipos de accesos distintos: una fístula, un injerto o un catéter. La fístula es la primera opción de acceso. Se realiza uniendo una arteria a una vena cercana, debajo de la piel, para crear un vaso sanguíneo de mayor tamaño. Este tipo de acceso es el preferido porque presenta menos complicaciones y dura más tiempo. Posteriormente, se colocan dos agujas: una, en el lado de la arteria y otra, en el lado de la vena de la fístula o el injerto, cada vez que reciba tratamiento. Las agujas se conectan a tubos plásticos. Un tubo lleva la sangre al dializador en donde se limpia y el otro tubo regresa la sangre limpia a al cuerpo. El tercer tipo de acceso, llamado Catéter, se inserta en una vena grande del cuello o del tórax. Este tipo de acceso generalmente se utiliza cuando se requiere diálisis por un período de tiempo corto. Los catéteres también se pueden usar como accesos

permanentes, pero sólo cuando no es posible crear una fístula o un injerto. Los catéteres se pueden conectar directamente a los tubos de diálisis y, por lo tanto, no se utilizan agujas.

Se lo derivará a un cirujano especialista para establecer el acceso vascular

### 2.16.3 Partes del Dializador

El dializador o filtro se compone de dos partes: una para la sangre y otra para un líquido de lavado, denominado Dializado. Una membrana delgada separa las dos partes. Las células sanguíneas, las proteínas y otros elementos importantes permanecen en la sangre porque son demasiado grandes para pasar a través de la membrana.

Los productos de desecho más pequeños como la urea, la creatinina y el líquido en exceso pasan a través de la membrana y son eliminados. El dializado o líquido de lavado se puede modificar para sus necesidades especiales Kt/v

La estimación de la eficiencia en diálisis medida por el Kt/V donde:

K = aclaramiento del filtro

t = tiempo en diálisis

V = volumen de distribución de la urea es un factor importante que tiene impacto en la supervivencia de pacientes con Insuficiencia Renal Crónica terminal (IRCT) que están en hemodiálisis; sin embargo, otros factores (malnutrición, biocompatibilidad, enfermedad cardiovascular, anemia, edad, etc.)

### 2.16.4 Adecuación en Diálisis

La correcta valoración del Kt/V es un aspecto principal de la prescripción de diálisis. Aunque lo sabemos teóricamente, es útil observar cómo diferencias en el cálculo del Kt/V pueden distorsionar la evaluación de la eficacia dialítica.

Las diferentes fórmulas, que estiman el Kt/V basándose en el modelo cinético de la urea, dan resultados diversos para los mismos valores de urea pre (C1) y post-díalisis (C2).

El Kt/V debería ser superior a 1.2, aunque no se ha establecido un límite máximo.

#### 2.16.5 Porcentaje de Reduccion de Urea

La guía práctica para hemodiálisis (DOQI) de la “National Kidney Foundation” recomienda este Kt/V y considera el PRU la única alternativa para calcular la dosis de hemodiálisis:

$$\text{PRU (\%)} = 100 * (C1 - C2) / C1.$$

# **CAPÍTULO III**

## **OBJETIVOS**

### III. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Valorar la tasa de reducción de urea como marcador de calidad de diálisis en pacientes renales crónicos que acuden al hospital obrero N°7 en el mes de marzo del 2020

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Relacionar los valores de urea pre y post hemodiálisis en sus valores promedios obtenidos de los registros laboratoriales.
- Estimar la eficiencia de la hemodiálisis en base a los valores de Porcentaje de Reducción de Urea (PRU)
- Determinar el porcentaje de pacientes en los cuales la hemodiálisis es eficiente.
- Clasificar según el Porcentaje de Reducción de Urea eficiente en los pacientes dializados respecto a la edad.
- Clasificar según el Porcentaje de Reducción de Urea los pacientes dializados respecto al sexo.



**CAPÍTULO IV**  
**MARCO**  
**METODOLÓGICO**

## **IV MARCO METODOLÓGICO**

### **4.1 Tipo de proyecto**

El presente estudio se trata de un proyecto de investigación, que mediante la recopilación de datos podemos determinar a la urea como marcador de calidad de diálisis en enfermos renales del hospital obrero N7.

### **4.2 Tipo de investigación**

#### **4.2.1 Transversal**

Porque se realizó la recolección de información en un periodo de tiempo. Se procesó, analizó y relaciono la urea pre y post hemodiálisis en el mes de marzo 2020.

#### **4.2.2 Retrospectivo**

Se trabajó con datos obtenidos, información recolectada de fuentes secundarias tales como archivos, comentarios e informes de laboratorio.

#### **4.2.3 Descriptivo**

Se detalló materiales, métodos de obtención de resultados y se investigó los datos relevantes requeridos para este estudio en el sistema hospitalario

### **4.3 Universo y muestra**

La población estudiada en el presente trabajo fue realizada en cincuenta y cuatro pacientes crónicos renales del área de hemodiálisis sin excepción.

### **4.4 Materiales e insumos**

- Tubos de hemolisis
- Varillas
- Guantes de látex
- Pipetas
- Marcadores permanentes

- Baño María
- Cronómetro
- Fotómetro

#### 4.5 Reactivos

- Reactivo 1 – contiene tampón 20 mmol/L pH 10,0; 2 – cetoglutarato 16 mmol/L; NADH 300  $\mu$ mol/L; azida sódica 30,8 mmol/L e surfactante
- Reactivo 2 – contiene tampón 380 mmol/L pH 8,0; ureasa  $\geq$ 50000 U/L; GLDH  $\geq$  3750 U/L; azida sódica 14,6 mmol/L e surfactante.
- Reactivo estándar después de manipular se sugiere que se almacene bien tapado para evitar evaporación. Contiene urea 70 mg/dl y azida sódica mmol/L

Los reactivos no abiertos, conservados en las condiciones especificadas, son estables hasta la fecha de expiración impresa en su rotulo. Durante el manipuleo los reactivos están sujetos a contaminaciones de naturaleza química y microbiana que pueden provocar disminución de la estabilidad.

#### 4.6 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

##### 4.6.1 MÉTODOS TEÓRICOS

###### Método inductivo:

Asciende de lo particular a lo general. En este caso desde una definición clara de cada concepto obtenido y registro de datos hasta llegar al análisis observado en el laboratorio del hospital Obrero.

###### Método sintético:

Nos permite llegar a conclusiones en cuanto a los resultados estudiados, determinando el porcentaje de reducción de urea en pacientes renales crónicos.

##### 4.6.2 MÉTODOS EMPIRICOS

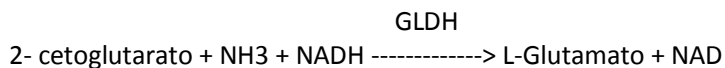
En este trabajo de investigación se utiliza el método empírico de observación porque permite conocer la realidad mediante la percepción directa de los objetos y fenómenos.

**4.6.3 Método enzimático UV.** Sistema enzimático para determinación de la urea en el suero, analito plasma por fotometría en ultravioleta usando cinética de tiempo fijo.

La determinación de urea se hizo de acuerdo a la siguiente reacción:



La urea es hidrolizada por la ureasa produciendo amoníaco y dióxido de carbono



El amoníaco reacciona con el 2- cetoglutarato y NADH en una reacción catalizada por la glutamato dehidrogenasa (GLDH), promoviendo oxidación del NADH a NAD.

La consecuente reducción de la absorbancia medida a 340 nm es proporcional a la concentración de urea en la muestra.

#### 4.6.4 Toma de muestra

La toma de muestra de sangre entera para laboratorio de Urea pre y pos diálisis se realizó en tubo seco de 5 ml.

Urea pre diálisis se realizó la toma de muestra antes de la conexión

Urea post diálisis para acceso arterio-venoso (protesisfistulas A-V) disminuyendo la bomba de sangre a un flujo de 50 ml/min durante un minuto. Extraer la muestra de la línea arterial (roja).

Acceso venoso-venoso (catéter): disminuir la bomba de sangre a un flujo de 50 ml/min durante 30 seg. Extraer la muestra de la línea arterial (arterial).

Para la muestra pre y post diálisis se solicitó el apoyo del personal capacitado de hemodiálisis y se realizó el control mensual del resto de metabolitos.

#### 4.6.5 Muestra

Usar suero o plasma (fluoruro, heparina, EDTA) y orina. No usar anticoagulantes conteniendo amoníaco. La concentración de fluoruro en la muestra no debe ser mayor que 3 mg/ml ya que el fluoruro en altas concentraciones es inhibidor de la ureasa.

El analito es estable en el suero o plasma por 12 horas entre 15-25 °C y 3 días entre 2-8 °C. No utilizar muestras con señales de contaminación microbiana.

Como ninguna prueba conocida puede asegurar que muestras de sangre no transmiten infecciones, todas deben ser consideradas como potencialmente infectantes. Por lo cual al manejarlas se debe seguir las normativas establecidas para bioseguridad.

Para deshacerse de los reactivos y del material biológico sugerimos aplicar las normativas locales, regionales o nacionales de protección ambiental.

#### 4.6.6 Interferencias

Valores de bilirrubina de hasta 20 mg/dl, hemoglobina hasta 300 mg/dl y triglicéridos hasta 1800 mg/dl no producen interferencias significativas.

Par evaluar la concentración aproximada de la hemoglobina en una muestra hemolizada se puede proceder como expuesto a la absorbancia en 405 o 415 nm, ajustando el cero con agua desionizada o destilada.

Hemoglobina (mg/dl) = absorbancia 405 x 601

Hemoglobina (mg/dl) = absorbancia 415 x 467

#### 4.6.7 Preparación del reactivo de trabajo

El conjunto de un frasco de reactivo 1 y un frasco de reactivo 2 permite preparar el reactivo de trabajo. Transferir el contenido de un frasco de reactivo 2 a un frasco de reactivo 1 y homogeneizar por inversión. Apuntar la fecha de expiración.

Estable 2 días entre 15-25°C y 28 días entre 2-8 °C cuando no ocurra contaminación química o microbiana. Identificar el frasco del reactivo de trabajo para evitar confusión con otros frascos del reactivo 1.

Para preservar el desempeño, el reactivo debe permanecer fuera del frigorífico solamente el tiempo necesario para obtenerse el volumen a ser utilizado. Evitar exposición a la luz solar directa.

Opcionalmente se puede preparar menos cantidad del reactivo de trabajo utilizando la proporción 4 volúmenes del reactivo 1 y 1 volumen del reactivo 2.

El reactivo de trabajo contiene tampón 76 mmol/L, pH 8,0; NADH 240 µmol/L; ureasa ≥10000 U/L; glutamato deshidrogenasa ≥750 U/L; 2-cetoglutarato 12,8 mmol/L y azida sodica 27,5 mmol/L.

#### 4.6.8 Procedimiento

- Ajustar el fotómetro a una temperatura de 37°C. longitud de onda a 340 nm. Llevar a cero con agua destilada.
- En un tubo rotulado “estándar” colocar 1,0 ml del reactivo de trabajo e incubar a la temperatura de trabajo durante un minuto.
- Añadir 0,01 ml de muestra o estándar, mezclar y transferir inmediatamente para una cubeta termostatzada a 37°C.
- Disparar el cronometro y medir la absorbancia a los 30 y 90 segundos.
- Usar la diferencia de absorbancia entre los dos tiempos (abs.30 – abs.90) para calcular los resultados.
- Los valores obtenidos fueron registrados en una planilla de recolección (ver anexo 1). Para el procesamiento y análisis de los datos obtenidos se utilizó los programas de Word Excel.

#### 4.6.9 Cálculos

$$\text{urea} \left( \frac{\text{mg}}{\text{dl}} \right) = \frac{\text{desconocido}}{\text{estandar}} \times 70$$

#### 4.6.10 Linealidad

El resultado de la medición es lineal hasta 300 mg/dl. Para valores mayores, diluir la muestra con NaCl 150 mmol/L (0,85%), realizar nueva medición y multiplicar el resultado obtenido por el factor de dilución.

#### 4.6.11 Valores de referencia

Adultos: 15 a 45 mg/dl

#### 4.7 Determinación del Porcentaje de Reducción de Urea

La calidad de la diálisis se “estima” por el Porcentaje de Reducción de Urea (PRU) que debe ser mayor o igual al 65% de manera que la hemodiálisis sea considerada eficiente y de calidad. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$PRU = \frac{\text{urea antes de la dialisis} - \text{urea despues de la dialisis}}{\text{urea antes de la dialisis}} \times 100$$

#### 4.8 Operacionalización de variables

VARIABLE	TIPO	OPERACIONALIZACION		INDICADOR
		ESCALA	DESCRIPCION	
Determinación de urea	Cuantitativa continua	14 – 45 (normal o bueno)	$urea \left( \frac{mg}{dl} \right)$ $= \frac{desconocido}{estandar} \times 70$	frecuencia
Porcentaje de reducción de urea	Cuantitativa continua	≤ 50% (muy malo) 50-64% (malo) ≥ 65% (bueno)	Porcentaje de reducción de urea mediante urea pre y post hemodiálisis $PRU$ $= \frac{urea\ pre - urea\ post}{urea\ pre} \times 100$	Porcentaje frecuencia
Edad	Cuantitativa continua	30-40 46-60 61-75 76-90		Porcentaje
sexo	cualitativo	Femenino masculino		Porcentaje