



## Hemodiálisis: antecedentes históricos.

*Dr. José Luis Rodríguez López Nefrólogo. Director Web Nefrología Educativa*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6276-4589>*

*email: [joseluisrodriguez086@gmail.com](mailto:joseluisrodriguez086@gmail.com)*

### INTRODUCCIÓN

La hemodiálisis es un tratamiento que se aplica para salvaguardar la vida de los pacientes con Enfermedad Renal Crónica en grado 5 y en algunos casos de Fallo Renal Agudo, se lo realiza de acuerdo a una prescripción individualizada de forma trisemanal, bisemanal o diariamente y como todo tratamiento, tiene sus indicaciones, contraindicaciones y efectos adversos que pueden ser prevenibles y tratables.

Tiene como objetivos eliminar los azoados (urea y creatinina) y restablecer el equilibrio hidroelectrolítico y ácido base sanguíneos, mediante la extracción continua de sangre del paciente (a través del implante de un acceso vascular) hacia el dializador o filtro en donde se equilibran líquidos, electrolitos y ácido bases, mediante mecanismos físicos-químicos (osmosis, convección y difusión), siendo luego devuelta la sangre "purificada" hacia el paciente a través del mismo acceso vascular formando un circuito cerrado, todo impulsado por una bomba, se usa heparina como anticoagulación a dosis individualizadas.

Este tratamiento ha ido evolucionando y refinándose a través de la historia, en 1944 en Holanda, Willem Kolff logra perfeccionar y dar pautas para garantizar la durabilidad de este tratamiento hasta nuestros tiempos.

La prevalencia de pacientes en hemodiálisis se ha incrementado de forma alarmante a nivel mundial y de Latinoamérica, es así en nuestra investigación se obtuvo una tasa de incidencia de pacientes en hemodiálisis para la República del Ecuador en el año 2013 de 426,6 pmp (pacientes por millón de población), y se espera que para un año y medio este número de pacientes se duplique.

### Antecedentes históricos

"El término de diálisis es instaurado por el químico escocés Thomas Graham en 1854, tras revelar la forma elemental de aislar solutos in vitro usando membranas semipermeables (pergamino de origen vegetal)" (Alan S, Glenn M, Karl S, Maarten W, Philip A, & Yu Barry, M, 2011).

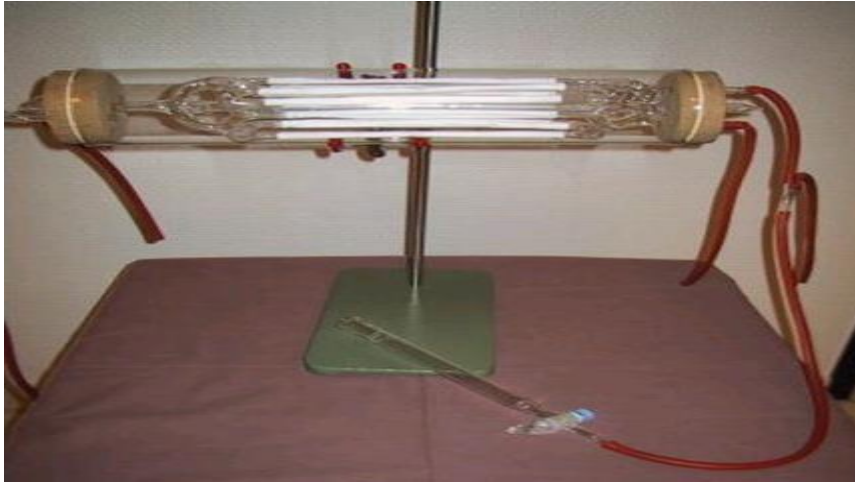


Figura 1. Primer riñón artificial de Abel

Fuente: (Dubravcic, Nefrodiálisis San Lucas, 2012)

En 1914 en la Universidad de Medicina Johns Hopkins, Baltimore, Estados Unidos, John Abel, Leonard Rowntree y BB Turner conciben el primer “riñón artificial” (Figura 1) elaborado mediante membranas de celulosa trinitrato (celodina) moldeadas de forma cilíndrica con revestimiento de cristal y sumergidas con solución salina, la sangre era extraída por uno de los extremos del cilindro mediante cánulas conectadas a una arteria y por el otro extremo a una vena elegida. (Dobrin, 2001; Fresenius Medical Care, 2013; Alan S, Glenn M, Karl S, Maarten W, Philip A, & Yu Barry, M, 2011)

En 1924, Georg Haas en Alemania se convierte en el primero en dializar humanos, basado en los reportes de Baltimore y utilizando la membrana de celoidina como dializador cilíndrico, la cual incorpora un prototipo de bomba de sangre (Figura. 2) logrando contrarrestar la resistencia del flujo sanguíneo arterial. (Alan S, Glenn M, Karl S, Maarten W, Philip A, & Yu Barry M, 2011; Dobrin, 2001; Ackland P, Ali M, Chan M, Cockwell P, Cook S, & Crowley L. s.f.; Fresenius Medical Care , 2013).

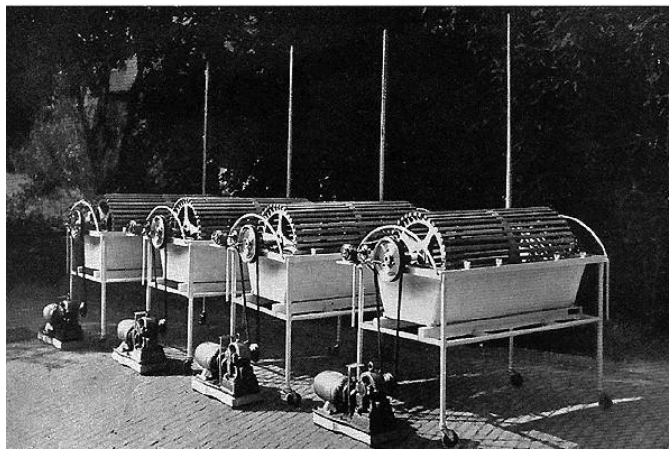
**Figura 2.** Primera Hemodiálisis en Humanos **Fuente:** (Dubravcic, Nefrodiálisis San Lucas, 2012)

En 1924, Georg Haas en Alemania se convierte en el primero en dializar humanos, basado en los reportes de Baltimore y utilizando la membrana de celoidina como dializador cilíndrico, la



cual incorpora un prototipo de bomba de sangre (Figura. 2) logrando contrarrestar la resistencia del flujo sanguíneo arterial. (Alan S, Glenn M, Karl S, Maarten W, Philip A, & Yu Barry M, 2011; Dobrin, 2001; Ackland P, Ali M, Chan M, Cockwell P, Cook S, & Crowley L. s.f.; Fresenius Medical Care , 2013).

En 1944, en Holanda Willem Kolff, usa una técnica extracorpórea exitosa (Figura 3) y mejorada a la anterior dializando a pacientes con insuficiencia renal aguda y crónica, consistía en un tambor de madera similar a una bobina envuelto con tubos de celofán, continuado por el dializador gemelo con las vías sanguíneas dobles conectadas por cánulas desechables a una arteria y vena elegidas (Alan S, Glenn M, Karl S, Maarten W, Philip A, & Yu Barry, M, 2011; Dobrin, 2001; Ackland P, Ali M, Chan M, Cockwell P, Cook S, & Crowley L. s.f.; Fresenius Medical Care , 2013) .

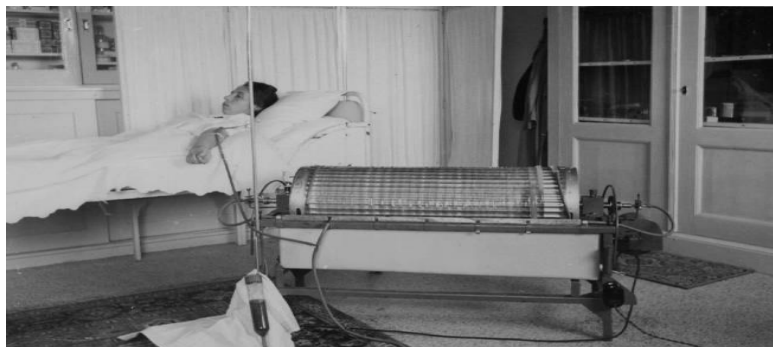


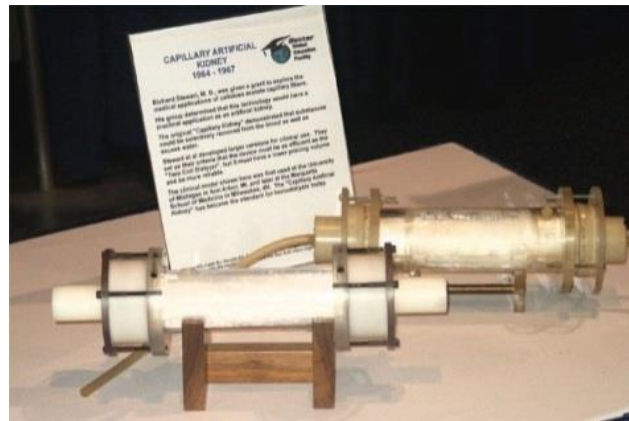
**Figura 4.** Cuatro máquinas de diálisis de Kolff-Brigham.

**Fuente:** (Dubravcic, Nefrodiálisis San Lucas, 2012)

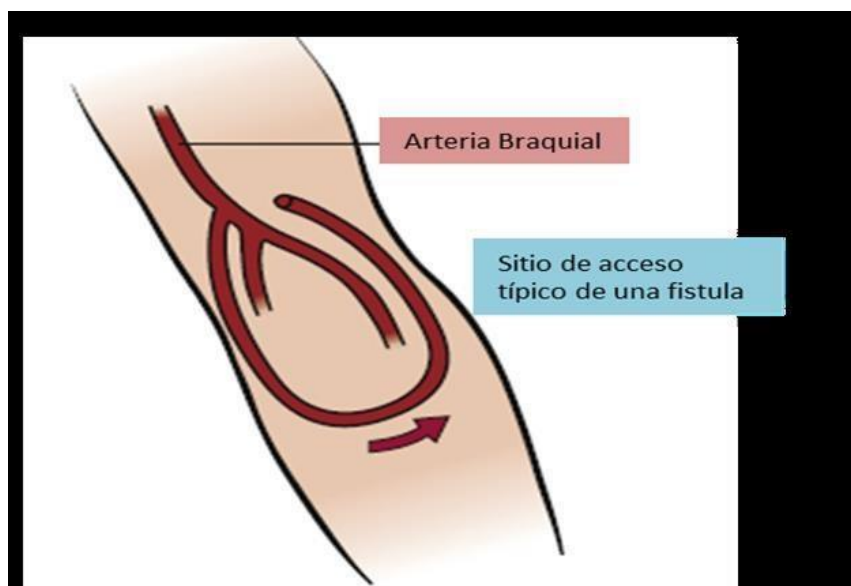
Luego de la Segunda Guerra Mundial la técnica dialítica de Kolff se incorpora al Peter Brent Brigham Hospital, de Boston, sufriendo mejoras técnicas importantísimas por lo que se las denomina riñón artificial de Kolff-Brigham, y estos equipos entre 1954 y 1962 fueron replicadas y usados en 22 hospitales de todo el mundo.(Figura 4). (Fresenius Medical Care , 2013) Según Fresenius Medical Care , (2013):

Posteriormente el estadounidense Richard Stewart en 1964 moderniza los dializadores habituales de la época por otros de fibra hueca fabricados con membranas de celulosa planas y orificios múltiples de tamaño de capilares sanguíneos, permitiendo un área de superficie más grande, mejorando así la calidad de las diálisis, se convirtieron en los precursores de los dializadores actuales (Figura 5).





**Figura 5.** Primer Filtro Dializador.  
**Fuente:** (Dubravcic, Nefrodialisis San Lucas, 2012)



Por último en 1966 se descubre la fístula arterio-venosa (unión quirúrgica de una arteria a una vena preferentemente las más distales del brazo) (Figura N- 6), por Cimino, Brescia y Appel, que es hasta la actualidad el acceso vascular de preferencia para hemodiálisis hasta nuestros tiempos. (Alan S, Glenn M, Karl S, Maarten W, Philip A, & Yu Barry, M, 2011; Fresenius Medical Care , 2013 ; Ackland P, Ali M, Chan M, Cockwell P, Cook S, & Crowley L. s.f.; Fresenius Medical Care , 2013)

Según Escallada C, Fernandez E, García A, Luque P, Marcén L, & Martin F 2009 en el Reino Unido, se utilizó la hemodiálisis con éxito desde Octubre de 1946, en donde el profesor Michael Darmady fabrica un riñón artificial basado en la metodología de Kolff.

En Francia, en el Hospital Hotel Dieu de París, Maurice Derot y Marcel Legrain construyeron en 1949 un riñón artificial modificado al de Kolff (Dubravcic, Nefrología- Urología blogspot, 2012)

En España la primera hemodiálisis se dio tardíamente en 1957 por Emilio Rotellar en Barcelona, debido a la guerra civil acontecida. (Dubravcic, Nefrología- Urología blogspot, 2012).

El país pionero en América en realizar la hemodiálisis fue Canadá, en Montreal, en Diciembre de 1946, utilizando uno de los riñones donados por Kolff, que fue modificado por Gordon

Murray, al adaptar un tambor vertical (a diferencia del horizontal de Kolff) convirtiendo a este modelo en la base para la fabricación de nuevos riñones en Detroit y también en Brasil en 1949. ( Escallada C, Fernandez, E, García A, Luque P, Marcén L, & Martin F.2009; Dubravcic, 2012)

En Estados Unidos se desarrolló la hemodiálisis en 1948 con otro riñón artificial donado por Kolff en el Hospital Monte Sinaí de Nueva York en donde se realizó el primer tratamiento, luego se usaron durante la guerra de Corea (1950-1953) en pacientes con fracaso renal agudo. (Dubravcic, Nefrología- Urología blogspot, 2012)

En América Latina, Brasil es el pionero en hemodializar pacientes gracias a Tito Ribeiro de Almeida en 1949 quien basado en el modelo de Murray fabrica riñones artificiales.

Para 1955 llega el riñón de Kolff a Venezuela al Hospital Colimodio de la Guaira y al mismo tiempo llegaron otros a Perú, Chile y Argentina, en donde se realizó la primera Por último en 1966 se descubre la fístula arterio-venosa (unión quirúrgica de una arteria a una vena preferentemente las más distales del brazo) (Figura N- 6), por Cimino, Brescia y Appel, que es hasta la actualidad el acceso vascular de preferencia para hemodiálisis hasta nuestros tiempos. (Alan S, Glenn M, Karl S, Maarten W, Philip A, & Yu Barry, M, 2011; Fresenius Medical Care , 2013 ; Ackland P, Ali M, Chan M, Cockwell P, Cook S, & Crowley L. s.f.; Fresenius Medical Care , 2013)

Según Escallada C, Fernandez E, García A, Luque P, Marcén L, & Martin F 2009 en el Reino Unido, se utilizó la hemodiálisis con éxito desde Octubre de 1946, en donde el profesor Michael Darmady fabrica un riñón artificial basado en la metodología de Kolff.

En Francia, en el Hospital Hotel Dieu de París, Maurice Derot y Marcel Legrain construyeron en 1949 un riñón artificial modificado al de Kolff (Dubravcic, Nefrología- Urología blogspot, 2012)

En España la primera hemodiálisis se dio tardíamente en 1957 por Emilio Rotellar en Barcelona, debido a la guerra civil acontecida. (Dubravcic, Nefrología- Urología blogspot, 2012).

El país pionero en América en realizar la hemodiálisis fue Canadá, en Montreal, en Diciembre de 1946, utilizando uno de los riñones donados por Kolff, que fue modificado por Gordon Murray, al adaptar un tambor vertical (a diferencia del horizontal de Kolff) convirtiendo a este modelo en la base para la fabricación de nuevos riñones en Detroit y también en Brasil en 1949. ( Escallada C, Fernandez, E, García A, Luque P, Marcén L, & Martin F.2009; Dubravcic, 2012)

En Estados Unidos se desarrolló la hemodiálisis en 1948 con otro riñón artificial donado por Kolff en el Hospital Monte Sinaí de Nueva York en donde se realizó el primer tratamiento, luego se usaron durante la guerra de Corea (1950-1953) en pacientes con fracaso renal agudo. (Dubravcic, Nefrología- Urología blogspot, 2012)

En América Latina, Brasil es el pionero en hemodializar pacientes gracias a Tito Ribeiro de Almeida en 1949 quien basado en el modelo de Murray fabrica riñones artificiales.

Para 1955 llega el riñón de Kolff a Venezuela al Hospital Colimodio de la Guaira y al mismo tiempo llegaron otros a Perú, Chile y Argentina, en donde se realizó la primera hemodiálisis con un riñón construido por Alfonso Ruiz Guiñazú en la Universidad de Buenos Aires. (Dubravcic, Nefrología- Urología blogspot, 2012).

En el Ecuador la hemodiálisis se inicia con la llegada de los primeros nefrólogos en 1980, doctores Jorge Aulestia, Galo Garcés, Ricardo Ortiz, San Martín, Marcelo Espín, Carlos Elizalde, Jorge Patiño y Alejandro Ugalde quienes crean los servicios de nefrología en los hospitales de Quito, Guayaquil y Cuenca. (Alcocer, O, Jimenez D, Ortiz F, López L, Reinoso P, & Santacruz C. 2012)..

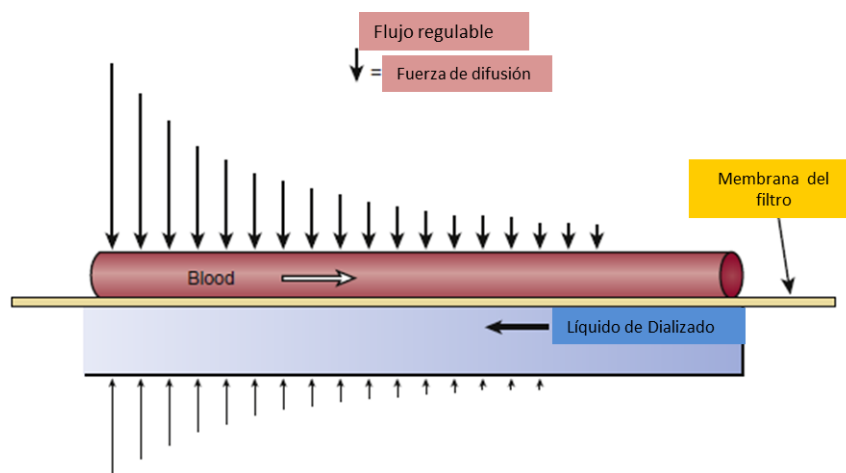


Figura 7. Principio físico de la hemodiálisis.

Fuente: (Maarten, Gleen, Philip, Karl, & Yu, 2011, pág. 2305)

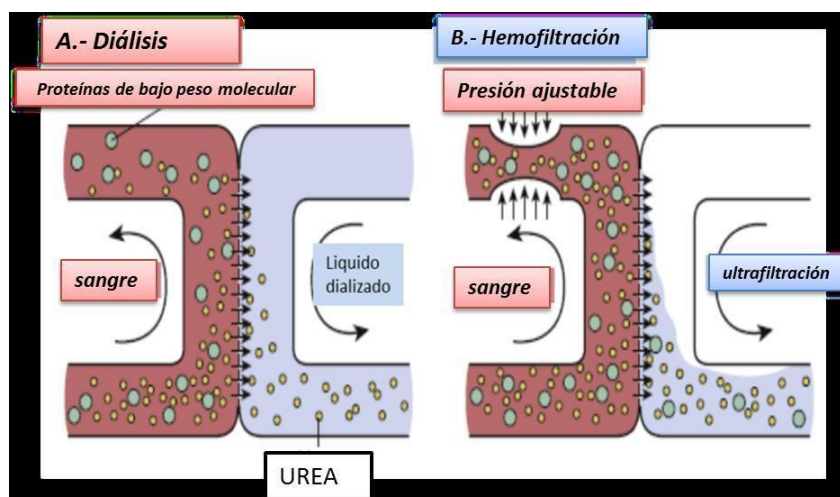
“El principio físico de la hemodiálisis se basa en interponer dos compartimentos líquidos, la sangre del paciente por un lado y el líquido del dializado por el otro a través de una membrana semipermeable llamada filtro o dializador de fibra hueca con poros microscópicos que hacen variable su eficacia, de esta forma por diferencia de concentración las toxinas sanguíneas (urea, creatinina, potasio, etc.) pasan al líquido del dializado y los componentes del dializado (sodio, potasio, bicarbonato, minerales) pasan a su vez a la sangre, logrando un equilibrio hidroelectrolítico y ácido base entre los dos medios mediante difusión, adsorción y convección”. (Escallada C, Fernandez E, García A, Luque P, Marcén L, & Martín F. 2009).

Estos procesos se mantienen mediante un mecanismo de entrada y salida continua de ambos fluidos (Figura 7), por cada minuto cerca de 300 ml de sangre y 600 ml de líquido de dializado continuamente circulan en sentido opuesto dentro del dializador durante la hemodiálisis, por lo que se logra mantener siempre la diferencia de concentración necesaria para poder limpiar las toxinas de una manera continua. (Escallada C, Fernandez E, García A, Luque P, Marcén L, & Martín F. 2009; Chaves, 2014)

Además de las toxinas, la hemodiálisis permite extraer el exceso de líquido acumulado en el organismo, el cual puede atentar contra la vida del paciente, proceso que se logra mediante el transporte convectivo (Figura 8) que permite el paso de agua y solutos desde la sangre hacia el líquido de dializado de una manera más eficiente gracias a la mayor fuerza hidrostática que se genera al bombear la sangre, obteniendo un mayor gradiente de presión que favorece este propósito, al cual se lo denomina hemofiltración. (Escallada C, Fernandez E, García A, Luque P, Marcén L, & Martín F (2009). Normas de actuación clínica en Nefrología).

Para ello la sangre del paciente puede ser extraída mediante tres tipos de acceso vasculares: 1) Catéter venoso central temporal no tunelizado, muy utilizado en emergencias dialíticas; 2) Catéter venoso permanente tunelizado y 3) Fistula arterio venosa autóloga, considerada como el mejor acceso vascular para hemodiálisis y 4. Accesos protésicos como injertos. (Chaves, 2014; Gutiérrez & Rodríguez, 2004; Aljamara P, Arias M, Arroyo R, Ejido J, Lamas S, & Martín F. s.f.).

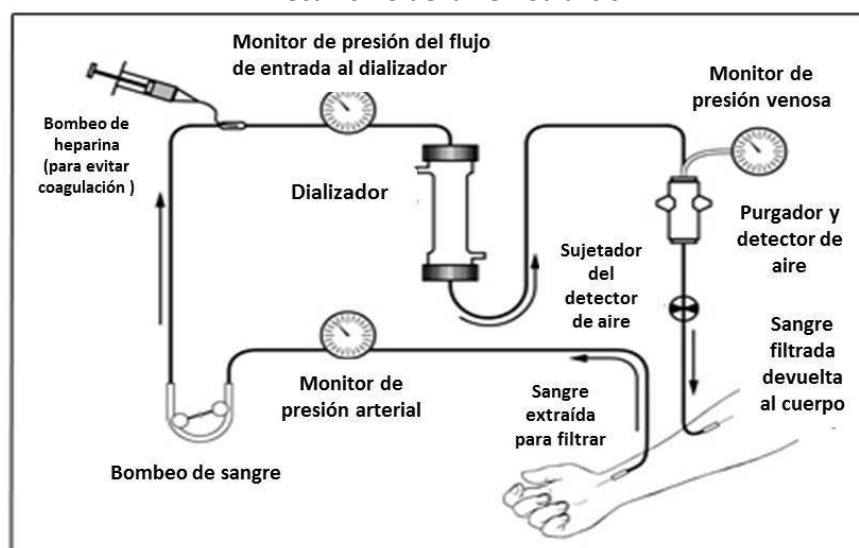




**Figura 4.** Difusión VS Convección.

**Fuente:** (Maarten, Gleen, Philip, Karl, & Yu, 2011, pág. 2302)

#### **Mecanismo de la hemodiálisis**



**Figura 9.** Circuito de la Hemodiálisis.

**Fuente:** (García, Pandya, & Chavez , 2014)

**Figura 9.** Circuito de la Hemodiálisis.

**Fuente:** (García, Pandya, & Chavez , 2014)

Una vez implantado el acceso vascular lo siguiente es el circuito de hemodiálisis que consiste en (Figura 9):

1. Línea arterial de color rojo conectada en el caso de uso de catéter al lumen arterial de color rojo y en caso de fistula o prótesis a la aguja roja, conduce la sangre del paciente hacia el dializador por medio de una bomba de rodillos a un flujo sanguíneo (QB) que oscila entre 200-450 ml/min. (Escallada C, Fernandez E, García A, Luque P, Marcén L, & Martin F. 2009;Chaves, 2014).

2. Línea venosa de color azul que devuelve la sangre limpia o depurada desde el dializador al paciente, conectada al acceso vascular de forma similar al arterial de color azul. (Escallada C, Fernandez E, García A, Luque P, Marcén L, & Martin F. 2009;Chaves, 2014)

3. Monitores de presión con alarma, que regula el funcionamiento del circuito, detecta la disminución de flujo sanguíneo (QB) y en casos de baja presión venosa de retorno. (Escallada C, Fernandez E, García A, Luque P, Marcén L, & Martin F. 2009;Chaves, 2014).

4. Detector de aire y cámara atrapa burbujas que elimina el aire del circuito e informar su paso al paciente. (Escallada C, Fernandez E, García A, Luque P, Marcén L, & Martin F. 2009;Chaves, 2014).

El Dializador es el dispositivo fundamental de la hemodiálisis, contiene la membrana semipermeable, su superficie y organización química dependen la calidad, la eficacia y los efectos secundarios al componente químico que se puedan producir durante las diálisis, por lo general está fabricado de celulosa regenerada, celulosa modificada y materiales sintéticos.

El líquido de dializado está compuesto por agua, sodio, potasio, cloro, calcio, magnesio, un álcali (más usado bicarbonato) y glucosa, a temperatura de 36-37 °C. Fernandez E, García A, Luque P, Marcén L, & Martin F. 2009;Chaves, 2014; Aljamara P, Arias M, Arroyo R, Ejido J, Lamas S, & Martin F. s.f.)

El agua de este líquido debe ser desionizada y tratada con ósmosis inversa antes de ser utilizada, proceso que se logra a través de una planta de purificación de agua que debe cumplir un estándar. (Escallada C, Fernandez E, García A, Luque P, Marcén L, & Martin F. 2009;Chaves, 2014; Aljamara P, Arias M, Arroyo R, Ejido J, Lamas S, & Martin F. s.f.)

El líquido de dializado llega a la membrana del dializador a un flujo (QD) de 500-800 ml/minuto) y en sentido inverso al que fluye la sangre. El contacto de la sangre con el circuito de diálisis activa la vía intrínseca de la coagulación por lo que se requiere el uso de heparina sódica (0,5 a 0,8 mg/kg) a lo largo del tratamiento siendo de segunda elección las heparinas de bajo peso molecular y el citrato sódico. (Escallada C, Fernandez E, García A, Luque P, Marcén L, & Martin F. 2009;Chaves, 2014):

#### **Bibliografía:**

- Handbook of Dialysis FIFTH EDITION . John T. Daugirdas, 2023.MD, FACP, FASN  
Copyright © 2015 Wolters Kluwer Health
- Hemodiálisis. Valderrábano.2021



Dr José L Rodríguez López  
Nefrólogo. Las Tunas Cuba.



