

# NEFROLOGÍA Básica 2

Capítulo

**27**

**TERAPIAS DE REEMPLAZO RENAL**

Capítulo

27

TERAPIAS DE REEMPLAZO RENAL

## TERAPIAS DE REEMPLAZO RENAL

**María Fernanda Sáenz Scovino**  
**María Cielo Holguín Arango \***

Enfermeras Especialistas en Enfermería Nefrológica  
y Urológica

\* Profesora Universidad de Caldas

### INTRODUCCIÓN

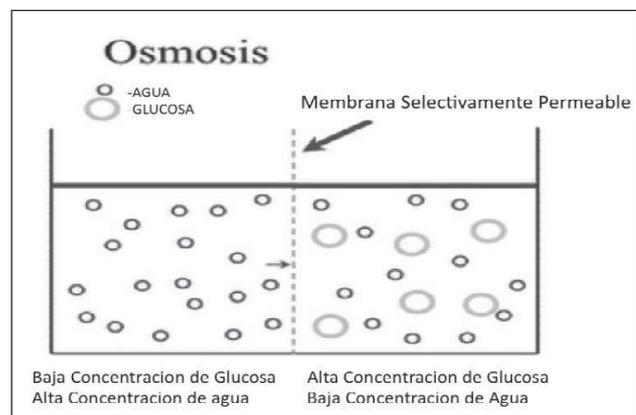
La hemodiálisis y las terapias continuas lentas forman parte de las terapias de reemplazo renal, las cuales han brindado apoyo a los pacientes con enfermedad renal (aguda y crónica) permitiendo disminuir su morbimortalidad y mejorando su calidad de vida. Estas terapias han evolucionado de manera significativa al contar hoy en día con recientes avances tecnológicos.

Al referirnos a las técnicas de reemplazo renal especificamos que son un conjunto de modalidades terapéuticas que incluyen circulación continua de sangre por circuitos extracorpóreos con el fin de depurarla de elementos tóxicos acumulados como consecuencia de la enfermedad renal.

**Estas terapias son fundamentadas en los principios de:**

**Ósmosis:** Es el fenómeno físico-químico que hace referencia al paso del agua de un sitio de menor a uno de mayor concentración de solutos (difusión simple del agua), a través de una membrana permeable, hasta alcanzar el equilibrio de concentración y presión (figura 1).

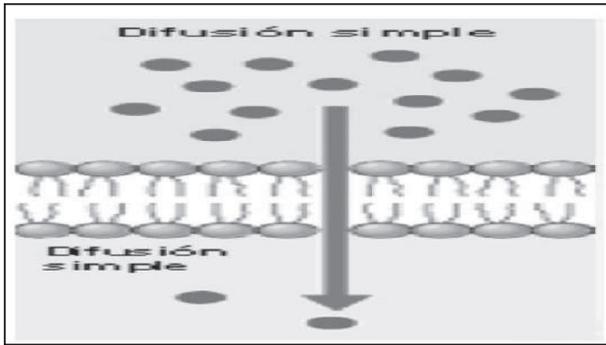
FIGURA 1



**Difusión Simple:** Proceso por el cual los solutos mediante movimientos moleculares aleatorios pasan a través de una membrana permeable de un área de mayor concentración a la de menor concentración. La transición de solutos dependerá del gradiente de concentración, superficie de la membrana y su permeabilidad (figura 2).

**Convección:** Movimiento en masa de moléculas a través de una membrana semipermeable. Para el proceso de hemodiálisis se trata de una convección forzada, puesto que una fuerza externa (gradiente de presión) da lugar al movimiento

FIGURA 2



**Ultrafiltración.** Variedad de filtración en la cual una presión hidrostática obliga al movimiento de líquido a través de una membrana. Los solutos suspendidos pueden acompañar al agua dependiendo de su tamaño molecular y diámetro de los poros de la membrana.

**Presión osmótica:** fuerza necesaria a aplicar para evitar el flujo del solvente del lado de menor concentración de solutos al de mayor concentración. En caso del agua se llama presión oncótica.

### HEMODIÁLISIS

Técnica de depuración (aclaramiento de sustancias) sanguínea extracorpórea que se realiza haciendo pasar la sangre urémica por un filtro o hemodializador, el cual contiene una membrana con dos características: ser biocompatible (capacidad de ser tolerada inmunológicamente) y semipermeable (permitir que se desarrollen los fenómenos físicos de osmosis, difusión, filtración y ultrafiltración). La hemodialis reemplaza parcialmente las funciones del riñón como son: remoción y eliminación de toxinas urémicas y exceso de líquido, regulación de la concentración de electrolitos y equilibrio ácido-base. La membrana permite el paso de moléculas de pequeño peso molecular (hasta 10.000 Daltons), impidiendo el paso de solutos de mayor tamaño como las proteínas y las células sanguíneas.

Como componentes de la hemodialis deben considerarse los siguientes aspectos:

- Máquina de diálisis: con bombas rotativas, alarmas de seguridad, mezclador de líquidos dializantes.
- Dializador (membrana semipermeable).
- Flujo sanguíneo – acceso vascular.
- Líquidos de diálisis.
- Anticoagulación.

### MÁQUINA DE DIÁLISIS

Cumple con la función de bombear la sangre por medio de una bomba rotativa a través del circuito extracorpó-

reo, y de mezclar los líquidos del dializado con el agua procedente de la osmosis inversa (agua bacteriológicamente pura) hasta alcanzar la dilución y concentración adecuada de solutos. Además cuenta con una serie de dispositivos de seguridad y alarmas que mantienen la temperatura, presiones, osmolaridad y flujos sanguíneos en los límites prefijados.

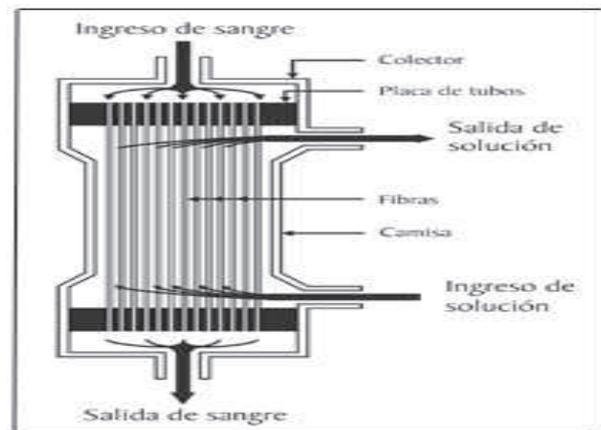
### HEMODIALIZADOR

Las membranas de los dializadores con las mejores propiedades biológicas deben cumplir con las características de biocompatibilidad y permeabilidad.

Una membrana biocompatible es aquella en la que se produce una reacción mínima entre los componentes humorales y celulares de la sangre, a medida que entra en contacto con la superficie del dializador.

Las membranas de diálisis son semipermeables, permitiendo el paso de agua y de solutos de la sangre al dializado, sin paso de células ni moléculas superiores a 10.000 Daltons (ejemplo proteínas). Cada membrana de diálisis tiene características intrínsecas de permeabilidad a solutos y agua que permite clasificarlas por su coeficiente de ultrafiltración (CUF), expresado en ml/h/mm Hg (ml ultrafiltrados por hora y por cada mm de Hg de presión transmembrana), se consideran membranas de baja permeabilidad los dializadores con un CUF inferior 2,0 moderada permeabilidad CUF 4,0 ml/h/mm Hg y de alta permeabilidad cuando el CUF es superior a 8 ml/h/mm Hg.

FIGURA 3



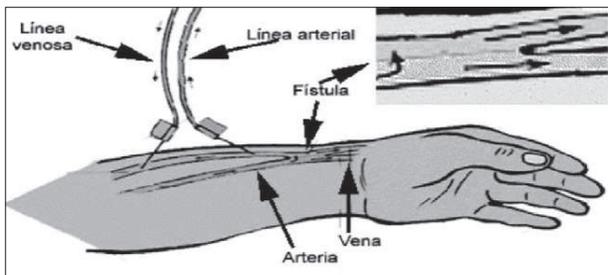
El hemodializador consiste en una estructura de soporte que permite que la sangre y el dializado fluyan de modo óptimo y en sentido contrario para generar una óptima difusión de solutos entre los compartimientos a ambos lados de la membrana de diálisis.

### ACCESOS VASCULARES

Son necesarios para poder aportar un flujo sanguíneo adecuado al circuito de diálisis. El acceso vascular puede ser transitorio o definitivo. Los transitorios consisten en un catéter implantado en una gran vena central, la cual puede ser femoral, yugular interna, axilar o innominada, depen-

diendo de las variedades anatómicas de cada paciente. Los cateteres temporales idealmente no deben estar implantados por períodos de tiempo mayores a tres semanas. El acceso definitivo es el ideal en pacientes con enfermedad renal crónica. Puede ser un cateter tunelizado diseñado para vidas útiles de 3 a 5 años, con presencia de menos reacciones adversas e infecciosas, ya que una de sus características principales es que son tunelizados en el tejido celular subcutáneo. Las fístulas arteriovenosa constituyen al acceso definitivo más recomendado por sus índices de infección más bajos (puesto que no hay material extraño implicado en su formación), flujos más altos de sangre (que se traduce en una diálisis más eficaz), y una incidencia más baja de trombosis. El propósito de su construcción es obtener un vaso sanguíneo superficial con un flujo arterial que permita aportar un volumen sanguíneo adecuado a la máquina de hemodialisis y permita los procesos aportados por ella, la fístula A-V más común es la radiocefálica (Figura 4). Las complicaciones de las fístulas A-V son pocas, pero si tienen un flujo muy alto, y la vasculatura que provee el resto de la extremidad es pobre, entonces puede ocurrir el síndrome de robo, donde la sangre que entra en la extremidad es atraída dentro de la fístula y retornada a la circulación general sin pasar por los capilares periféricos de la extremidad, lo que da lugar a extremidades frías, calambres dolorosos, y si es grave, daño isquémico del tejido distal. Una complicación a largo plazo de una fístula arteriovenosa puede ser el desarrollo de una protuberancia o aneurisma en la pared de la vena, donde la pared de la vena es debilitada por la repetitiva inserción de agujas a lo largo del tiempo. El riesgo de desarrollar un aneurisma se puede reducir en gran medida por una técnica cuidadosa de punción. Los aneurismas pueden necesitar cirugía correctiva y puede acortar la vida útil de una fístula.

**FIGURA 4**



### LÍQUIDO DE DIÁLISIS

Es una solución de electrolitos y glucosa, con composición muy semejante al plasma sanguíneo, niveles de potasio bajo y bicarbonato alto para que permita reducir el potasio sérico y corregir la acidosis de estos pacientes. La solución de diálisis que llega al hemofiltro se obtiene de la mezcla de concentrados electrolíticos comercializados con agua pura resultado final de su paso a través de filtros, resinas y osmosis inversa que retienen partículas y electrolitos indeseables.

La solución final de diálisis contiene generalmente como base bicarbonato 28 a 32 meq/litro, sodio 145 mEq/litro, potasio 3.5 mEq/litro, calcio 3.5 mEq/litro, magnesio 0.75 mEq/litro, dextrosa 200 mgr/dl, y es impulsada al hemofiltro a un flujo de 500 ml/min.

### ANTICOAGULACIÓN

La sangre del paciente al pasar por el dializador y el circuito extracorpóreo, tiende a coagularse, en consecuencia, durante la sesión de diálisis se debe utilizar un protocolo de anticoagulación. La heparina ha permanecido como el medicamento de elección para prevenir la coagulación durante la hemodiálisis. Se administra iniciando con una carga prediálisis seguida por una infusión continua durante toda la sesión y provee anticoagulación uniforme durante el tratamiento. La administración intermitente que se realiza con uno o más bolos, puede llevar a que se presente períodos alternantes de sobre y/o subanticoagulación.

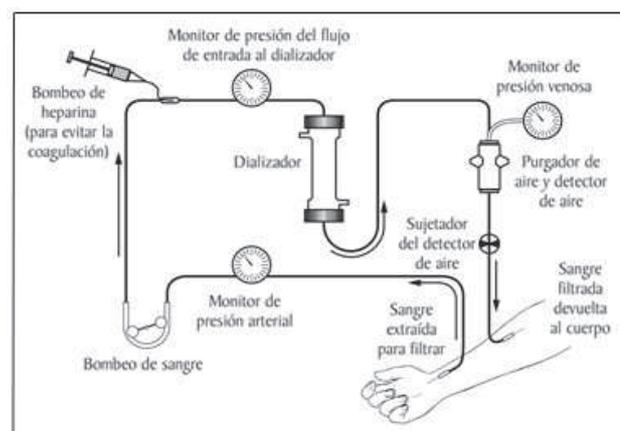
### PROCEDIMIENTO

En el proceso de hemodiálisis se extrae sangre del paciente a través de un acceso venoso de gran calibre y se retorna por el mismo después de pasarla por las fibras del hemodializador. El líquido de diálisis por otro lado se hace circular en el interior del hemofiltro en sentido contrario con el fin de lograr una más eficiente remoción de productos tóxicos, proceso en el que intervienen la osmosis, difusión simple, convección y ultrafiltración todos a través de las membranas semipermeables de las fibras del dializador. De esta manera la sangre que abandona el dializador sale con una menor concentración de productos tóxicos que a la entrada y el líquido de diálisis sale con mayor concentración de estos productos.

La capacidad de remover toxinas y líquidos por el hemofiltro depende del diámetro de los poros de la membrana, superficie de la membrana y presiones hidrostáticas a cada lado de la membrana.

Este procedimiento se representa en la siguiente figura.

**FIGURA 5**



### TERAPIAS CONTINUAS LENTAS

Las terapias continuas lentas en el manejo de la falla renal, tienen su inicio principalmente, a partir del desarrollo de la hemofiltración, por el Doctor Peter Kramer en el año 1977, su aplicación se ha extendido en forma

acelerada a situaciones clínicas que se presentan principalmente en las unidades de cuidados intensivos, en pacientes con falla multisistémica.

Las terapias lentas continuas, se emplean con el fin de someter la sangre a flujos y líquidos de dializado menores que los habituales y durante períodos de tiempo mayores, pudiendo oscilar entre 6 a 24 horas e incluso varios días, con el objetivo de lograr mejor tolerancia hemodinámica.

Estas terapias también son fundamentadas en los principios de: difusión y convección.

## INDICACIONES

**Falla renal aguda:** Entidad muy común en unidades de cuidados intensivos.

**Insuficiencia cardíaca congestiva y cirugía cardíaca:** Es utilizada en el manejo de pacientes con insuficiencia cardíaca congestiva resistente al tratamiento convencional, por la capacidad de eliminar importantes cantidades de fluidos de manera progresiva.

**Falla hepática:** Se utilizan en el tratamiento de la encefalopatía hepática de la falla hepática fulminante.

**Intoxicaciones:** Es una ventaja en el tratamiento de intoxicaciones por la eliminación continua y lenta de tóxicos.

**Acidosis láctica:** Permite administrar grandes cantidades de bicarbonato sin el riesgo de producir hipernatremia ni sobrecarga de fluidos.

**Alteraciones electrolíticas:** Permite realizar la infusión de electrolitos en los líquidos de reposición.

**Tratamiento de la hipertermia y de la hipotermia:** A través de los circuitos extracorpóreos se permite el enfriamiento o calentamiento de la sangre del paciente como tratamiento de la hipertermia o de la hipotermia graves y refractarias al tratamiento convencional. Así mismo, mediante el control de la temperatura del líquido de reposición podemos modificar la temperatura corporal.

**Grandes quemados:** Permite un control óptimo del estado catabólico y del manejo de fluidos, con disminución de complicaciones.

**Falla multiorgánica:** Mejorar el flujo sanguíneo, con una mejor redistribución a nivel periférico, hasta las células previamente hipóxicas, obteniéndose un descenso relativo de la mortalidad.

## VARIANTES TÉCNICAS

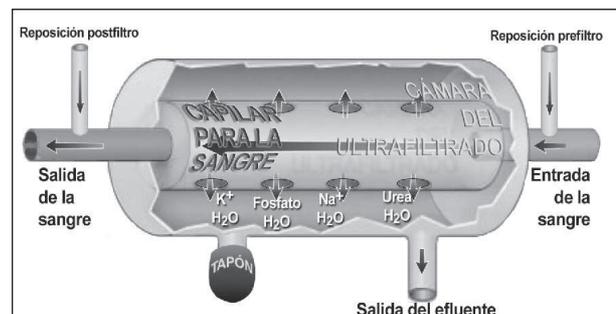
- Hemofiltración.

**Hemofiltración continua (HFC) Venovenosa (HFVVC) ó Arterio-venosa (HFAVC). FIGURA 6**

Fue la primera técnica continua descrita y la más usada en las Unidades de Cuidados Intensivos. La ultrafiltración se genera como resultado de la presión transmembra (PTM) entre el compartimento vascular y el efluente del filtro, y también por el coeficiente de ultrafiltración de la membrana que estamos utilizando. En esta variante el volumen de ultrafiltración generado excede las necesidades de pérdida de peso del paciente, por lo que se requiere reposición de líquidos ajustando éste a las necesidades del balance que se necesita conseguir.

Los solutos son arrastrados por el agua a través de membranas de mayor permeabilidad que las utilizadas en la hemodiálisis convencional por lo que es posible remover tanto solutos pequeños como moléculas medianas de peso molecular hasta 50000 Daltons. Una hemofiltración estándar genera 15 litros de ultrafiltrado por día que serán repuestos completa o parcialmente según el balance hídrico que se desea alcanzar. Se requiere una conexión arterio-venosa o veno-venosa que permita alcanzar flujos sanguíneos entre 120 y 150 mililitros/minuto con un sistema de anti coagulación continua para mantener el sistema extracorpóreo permeable. Con este flujo es esperable generar aproximadamente 600 mililitros/hora, los que serán repuestos en un lapso similar con una solución estéril que contenga sodio, cloro, una base como bicarbonato o lactato y potasio según los requerimientos. Este líquido puede administrarse antes del dializador (pre-filtro) o después de este (pos-filtro) aunque el primero es algo menos efectivo en los aclaramientos, tiene la ventaja de impedir la coagulación del dializador (en estos pacientes muchas veces no podemos usar heparina) y de disminuir el peligro de un embolismo gaseoso si solo poseemos una bomba sanguínea para realizar el procedimiento.

FIGURA 6



## ULTRAFILTRACIÓN LENTA CONTINUA. FIGURA 7

Variante de la hemofiltración cuya mayor utilidad reside en el control de fluidos en situación de sobrecarga hídrica (insuficiencia cardíaca congestiva resistente al tratamiento convencional). En esta técnica no hay reposición, pues su objetivo simplemente es eliminar el líquido sobrante, por lo que el ultrafiltrado generado corresponderá exactamente a la necesidad de balance que necesitamos realizar al paciente. Los flujos utilizados en esta técnica oscilan entre los 50 y 100 mililitros/minuto para la sangre y de 2 a 5 mililitros/minuto para el ultrafiltrado.

FIGURA 7

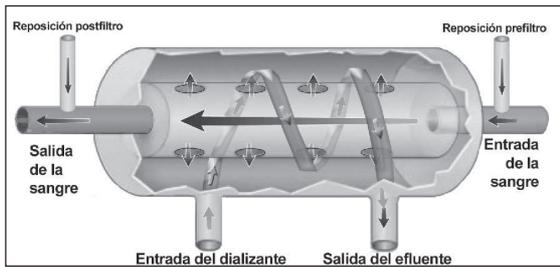


**HEMODIAFILTRACIÓN CONTINUA (HDFC). FIGURA 8**

A diferencia de la Hemofiltración permite la infusión de dializado, con lo cual se logra mayor remoción de solutos. Se utilizan filtros de alta permeabilidad. La elevada tasa de ultrafiltración que puede generarse con estas membranas hace necesaria la reposición de líquidos pre o post filtro, para conseguir un adecuado balance de fluidos.

El flujo sanguíneo empleado oscila entre 100 y 200 ml/min y el flujo promedio del dializado es de 25 a 50 litros/día.

FIGURA 8



**- HEMODIÁLISIS CONTINUA LENTA (HDCL). FIGURA 9**

Se practica con máquinas convencionales de hemodialisis, pero a diferencia de la hemodialisis convencional se emplean flujos sanguíneos y de dializado bajos (100-200 ml/min y 300 a 500 ml/min, respectivamente), y durante periodos de 6 a 8 horas, lo que la hace más tolerable para el paciente hemodinámicamente inestable. La cantidad de ultrafiltrado no excede los 2-4 litros en 24 horas.

FIGURA 9



En la siguiente tabla podemos distinguir las diferencias que hay en las variantes técnicas de terapias de reemplazo renal.

Tabla 1. Modalidades continuas.

	Permeabilidad de la Mb	Reposición	Difusión	Convección	Cantidad ultrafiltrado
HFC (AV/VV)	Alto	Si	Baja	Alta	15 lts/24 h
UFC (AV/VV)	Alto	No	Baja	Baja	3-6 lts/24 h
H D F C (AV/VV)	Alto	Si	Alta	Alta	25-50 lts/24 h
H D C L (AV/VV)	Bajo	No	Alta	Baja	2-4 lts/6-8 h

**Consideraciones de las terapias lentas continuas**

- Hemodinámicamente bien toleradas.
- Cambios mínimos de la osmolaridad plasmática.
- Control intermedio de la uremia.
- Muy efectivas para extraer líquidos.
- Facilita la administración de la nutrición parenteral y medicamento.
- Necesitan entrenamiento de personal médico y de enfermería.
- Seguimiento por personal de enfermería 24 horas.
- Son muy dinámicas, puede provocarse iatrogenias con facilidad.
- Requiere monitorización clínica constante.
- Alta tecnología.

**PLASMAFÉRESIS TERAPÉUTICA**

La aféresis terapéutica es un procedimiento extracorpóreo, en el cual la sangre removida de un paciente es separada en sus componentes, permitiendo posteriormente que sólo los elementos deseados retornen al paciente. Féresis = Remoción. En la citoféresis se remueven selectivamente células (leucoféresis, eritrocitoféresis y plaquetoféresis) y en la plasmaféresis (PF) plasma completo.

**ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

Las primeras técnicas de aféresis fueron manuales, y básicamente se trataban de plasmaféresis, en ellas se obtenía parte del volumen sanguíneo del paciente, el cual era sometido a centrifugación separando el plasma de los elementos celulares, siendo estos últimos reinfundidos al paciente. Pero fue el doctor Edwin J. Cohn, PhD, quien en los años 50 a partir de la técnica de cen-

trifugación, inventada en Suiza, en 1877 por el doctor Carl Gustav Patrik de Laval, diseñó la centrífuga de campana e impulsó el desarrollo de la aféresis por centrifugación a los logros actuales. La plasmáfesis por filtración con la utilización de máquinas de hemodiálisis, representa para nosotros hoy en día la mejor alternativa, puesto que estos equipos se encuentran más difundidos en el país, son de fácil utilización, se cuenta con enfermeras y médicos familiarizados con su manejo, y finalmente es posible acceder fácilmente a todos los componentes necesarios para su práctica.

En Colombia Restrepo C.A. y Díaz R., en el año de 1993 publicaron su experiencia con plasmáfesis por filtración transmembrana utilizando un equipo convencional de hemodiálisis en pacientes con síndrome de Guillain Barré, quienes requirieron ventilación mecánica, y en quienes se logró una rápida recuperación con tan sólo tres plasmáfesis por paciente.

**MECANISMOS POR LOS CUALES LA PLASMAFÉRESIS RESULTA EFECTIVA:**

- Depleción rápida de factores específicos asociados a la enfermedad. Se incluyen autoanticuerpos patogénicos tipo inmunoglobulina G y M, complejos inmunes circulantes, crioglobulinas, cadenas ligeras de inmunoglobulinas y lipoproteínas con alto contenido de colesterol. El objetivo principal es remover estas sustancias y permitir la reversión del proceso patológico o disminuir sus manifestaciones clínica.
- Sustitución de factores deficitarios del plasma. Para ello se remueve el plasma y se reemplaza con plasma normal. Su propósito es administrar elementos deficitarios en el plasma como en pacientes con púrpura trombocitopénica trombótica en la que el ADAMTS 13 (quien evita la excesiva agregación plaquetaria) es deficitario.
- Modulación de la respuesta inmune
- Descargando al sistema reticuloendotelial y mejorando la depuración endógena de anticuerpos o complejos inmunes.
- Otros efectos sobre el sistema inmune: Remoción de mediadores inflamatorios (citoquinas, complemento). Cambio en la relación antígeno-anticuerpo, dando como resultado formas más solubles de complejos inmunes. Estimulación de clones de linfocitos para mejorar la terapia citotóxica.

**BASES FARMACOCINÉTICAS PARA SU PRESCRIPCIÓN**

Puesto que la plasmáfesis se utiliza principalmente para la remoción de autoanticuerpos patógenos, el análisis de su farmacocinética nos permite más fácilmente entender su prescripción.

Las inmunoglobulinas tienen una vida media de 5 (IgM) a 21 (IgG) días, y tienen una distribución intravascular entre 45-75% de su masa total (75% IgM y 45% IgG).

Este contenido determina qué tan eficientemente son removidas del cuerpo cuando se practica una sesión de plasmáfesis.

**INDICACIONES DE PLASMAFÉRESIS**

Las indicaciones más comunes para plasmáfesis son enfermedades neurológicas (síndrome de Guillain-Barré y miastenia gravis), aunque también en algunas entidades nefrológicas y hematológicas (síndrome de Goodpasture, y púrpura trombocitopénica trombótica).

La plasmaferesis ha sido usada como recurso terapéutico en más de 80 enfermedades, las cuales han recibido clasificaciones por grupos de enfermedades, dependiendo de su eficacia o respuesta.

Tabla 2. Elementos necesarios para realizar plasmáfesis transmembrana con máquina de hemodiálisis.

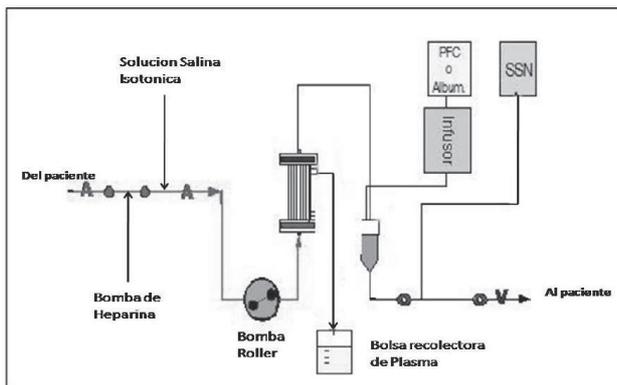
Elemento	Cantidad
1. Máquina de hemodiálisis	1
2. Catéter doble luz para hemodiálisis	1
3. Plasmafiltro	1
4. Bolsa recolectora de líquidos	1
5. Infusores de presión	2
6. Equipo de venoclisis macrogotero	2
7. Equipo multiflujo o llave de tres vías	1
8. Solución salina normal o isotónica (SSN) al 0,9% x 1000cc	2
9. Albúmina humana al 20%	según volumen plasmático (VP) por reemplazar
10. Plasma fresco congelado (PFC) 4 a 6 unidades por 250 cc	según VP por reemplazar (en caso de no usar albúmina humana)
11. Lactato de Ringer (Hartman) x 1.000 cc	según volumen por reemplazar
12. Heparina Fco ampolla	1
13. Jeringa x 10 cc	2
14. Jeringa por 50 cc	1
15. Gluconato de calcio ampolla por 10 cc	2
16. Kit para conexión y desconexión de catéter	1
17. Conjunto de líneas arteriovenosas para hemodiálisis	1

**ELEMENTOS REQUERIDOS (TABLA 2, FIGURA 10)**

Debe tenerse en cuenta que es indispensable que se garantice la consecución del PFC o la albúmina requeridos no sólo para la primera sesión, sino para todas las que el paciente vaya a requerir según su patología, con el fin de no inte-

rrumpir el tratamiento al paciente. Al respecto debe además de resaltarse que el éxito terapéutico está directamente relacionado con la oportunidad en que se inicie el tratamiento una vez se haya realizado el diagnóstico, puesto que a mayor tiempo de evolución de la enfermedad son mayores las secuelas. La albúmina al 20% es la utilizada para este procedimiento y su presentación es en frasco ampolla por 50 cc. Se recomienda su dilución en lactato de Ringer para lograr una concentración entre el 2 al 4%.

FIGURA 10



## PRUEBAS DE LABORATORIO POR SOLICITAR

La recomendación internacional es evaluar pre y post plasmaféresis electrolitos (calcio, fósforo, sodio, potasio y magnesio), cuadro hemático completo, albúmina, globulinas, fibrinógeno, TTP y TP.

## COMPLICACIONES

Las relacionadas con cualquier circuito extracorpóreo, anticoagulación y catéteres venosos centrales. El siguiente es un breve resumen de los problemas más comunes que pueden presentarse durante la plasmaféresis y su manejo recomendado.

### HIPOCALCEMIA

Esta complicación está relacionada con el descenso en el calcio sérico total, bien sea producido por la pérdida de éste adherido a la albúmina, o de su fracción libre a través de los plasmafiltros de alta permeabilidad. El reemplazo de calcio intravenoso es útil para eliminar completamente esta complicación, en nuestra experiencia con la administración de una ampolla de gluconato de calcio al inicio del procedimiento y otra al final se obtienen muy buenos resultados.

### SENSIBILIDAD AL PLASMA FRESCO CONGELADO

Se incluyen en esta categoría reacciones anafilácticas severas, broncoespasmo y transmisión de enfermedades virales.

Generalmente pueden manejarse fácilmente con antihistamínicos y líquidos IV. Reacciones alérgicas más serias pueden requerir el uso de esteroides y adrenalina IV.

### HIPOTENSIÓN RELACIONADA CON VOLUMEN

Se presenta esta complicación cuando no se vigila esmeradamente la cantidad de líquido filtrado y la administrada, al igual que el adecuado mantenimiento de la presión oncótica.

### TENDENCIAS HEMORRÁGICAS

Son el resultado de pérdidas de los factores de coagulación a través de la membrana del plasmafiltro. Bajo estas circunstancias y en pacientes con un alto riesgo de hemorragia, se recomienda la infusión de 500 ml de plasma fresco congelado (aproximadamente dos unidades) hacia el final de la plasmaféresis, con el fin de recuperar los factores de coagulación.

### HIPOTERMIA

El circuito arteriovenoso es básicamente extracorpóreo y a diferencia de los equipos de hemodiálisis, no es posible el calentamiento de la sangre durante su tránsito por sus bombas, lo cual predispone al paciente a desarrollar hipotermia. A lo anterior se le suma el reemplazo rápido de grandes cantidades de volumen con líquidos a temperatura ambiental.

### INFECCIÓN POSPLASMAFÉRESIS

Durante la plasmaféresis se pierden además de albúmina otras proteínas incluidas gammaglobulinas, de esta manera la reducción de las inmunoglobulinas pueden predisponer a infecciones o agravar las presentes. Por lo cual durante el tratamiento se deben garantizar las estrictas medidas de asepsia y antisepsia.

### CONCLUSIONES

La plasmaféresis terapéutica es un procedimiento con enormes beneficios terapéuticos cuando se utiliza en patologías con demostrada eficacia. La técnica por centrifugación es fácil de practicar, pero requiere equipos y personal con experiencia en el manejo de los mismos, los cuales no se encuentran en hospitales de tercer nivel.

La plasmaféresis por filtración utilizando máquinas de hemodiálisis aporta los mismos beneficios terapéuticos, con la enorme ventaja de su más bajo costo, facilidad en obtención de los equipos necesarios y fácil entrenamiento del personal necesario. Mayor ampliación del tema Plasmaféresis puede obtenerse en la publicación Acta Medica Colombiana por Restrepo y cols 2009; 34:23-32.

## REFERENCIAS

**MARYELLEN PATON, RN, CCRN, MSN.** Terapia renal sustitutoria continua. *Nursing* 2004; 22:22-24.

**REYES-MARÍN, Fernando Arturo.** Hemodiálisis y terapias continuas. *Gac Méd Méx* 2008; 144: 517-519.

**GERHARDT, R.E.; NTOSO, K.A.; KOETHE, J.D.; LODGE, S. and OLF, C.J.** Acute plasma separation with hemodialysis equipment. *J Am Soc Nephrol* 1992; 2:1455-1458.

**MOKRZYCKI, M.H. and KAPLAN, A.A.** Therapeutic plasma exchange: complications and management. *Am J Kidney Dis* 1994; 23:817-27.

**RESTREPO, C.A. and DIAZ, R.** Plasmaferesis modificada en síndrome de Guillain Barre. VIII Congreso Colombiano de Nefrología e Hipertensión Arterial. *Memorias Trabajos Libres*. 1993. p32.

**SHAZ, B.H.; LINENBERGER, M.L.; BANDARENKO, N.; WINTERS, J.L.; KIM H.C.; MARQUES, M.B.;** et al. Category IV indications for therapeutic apheresis: ASFA fourth special issue. *J Clin Apher* 2007; 22:176-80.

**SMITH, J.W. and WEINSTEN, R.** Therapeutic apheresis: a summary of current indication categories endorsed by the AABB and the American Society for Apheresis. *Transfusion* 2003; 22: 820-2.

**SYLAS B., Cappi; SAKR, Yasser and VINCENT Jean-Louis.** Daily evaluation of organ function during renal replacement therapy in intensive care unit patients with acute renal failure. Original Research article. *Journal of Critical Care* 2006; 21: 179-183.

**SZCZEPIONIOWSKI, Z.M.; SHAZ, B.H.; BANDARENKO, N. and WINTERS, J.L.** The new approach to assignment of ASFA categories-introduction to the fourth special issue: clinical applications of therapeutic apheresis. *J Clin Apher* 2007; 22:96-105.

**RESTREPO C, Marquez E, Sanz M F.** Plasmaferesis terapeutica, tipos, técnica e indicaciones en medicina interna. *Acta Med Colomb* 2009; 34: 23-32.

**Cortese I, Chaudhry Y T.** Evidence based guideline update: plasmapheresis in neurologic disorders: report of the therapeutics and technology assessment subcommittee of the american academy of neurology. *Neurology* 2011; 76: 294-300.