

11224

22

Dej



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
HOSPITAL MOCEL**



**Curso Universitario de Especialización en Medicina  
del Enfermo en Estado Crítico**

**HEMOFILTRACION ARTERIO-VENOSA  
CONTINUA EN EL ENFERMO EN  
ESTADO CRITICO**

**Trabajo de Revisión Bibliográfica**

**P R E S E N T A :**

**Dr. Walter Adolfo Querevalú Murillo**

**Para obtener el Grado de Especialista en Medicina  
del Enfermo en Estado Crítico**

**DIRECTOR DE TESIS :  
Dr. Ignacio Morales Camporredondo**

**1998**

261971

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

  
**Vo.Bo. Dr. REYNALDO LOPEZ SERRANO**  
JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION  
HOSPITAL MOCEL

DEPARTAMENTO DE



ENSEÑANZA E  
INVESTIGACIÓN



**Vo.Bo. Dr. IGNACIO MORALES CAMPORREDONDO**  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE  
MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRITICO Y  
DIRECTOR DE TESIS  
HOSPITAL MOCEL



***A MI ESPOSA,***

***POR SU AMOR, MOTIVACION Y APOYO INCONDICIONAL.***

***A MI HIJO,***

***PORQUE ME MOTIVA A SER MEJOR CADA DIA QUE PASA.***

***A MIS PADRES Y HERMANOS,***

***POR SU APOYO, MOTIVACION Y CONSEJOS. PORQUE, AUNQUE  
LEJOS, SIEMPRE CONFIARON EN MI.***

***A MIS MAESTROS,***

***POR SU ENSEÑANZA Y AMISTAD.***

***A MEXICO Y SU GENTE POR DARME LA OPORTUNIDAD  
DE SER LO QUE SOY.***

***AL HOSPITAL MOCEL Y AL ENFERMO EN ESTADO CRITICO***

***MIL GRACIAS.***

## INDICE

I. Introducción	1
II. Anatomía renal	2
Figura A. (Esquema del nefrón)	3
Figura B. (Esquema del glomérulo de Malpighi)	5
III. Funciones	7
1. Regulación de agua y electrolitos	7
2. Excreción de productos metabólicos	8
3. Excreción de sustancias químicas extrañas	8
4. Regulación de la presión arterial	9
5. Regulación de la producción de eritrocitos	9
6. Regulación de la actividad de la vitamina D	9
7. Gluconeogénesis	9
IV. Evaluación renal	10
V. Insuficiencia renal aguda	10
Cuadro A. (Causas de la Insuficiencia Renal Aguda)	11
VI. Conceptos dialíticos	14
Figura C (Hemodiálisis arteriovenosa continua HDAVC*)	16
Figura D (Hemofiltración arteriovenosa continua HFAVC**)	17
VII. Hemofiltración Arterio-Venosa Continua (HAVC)	18
Cuadro B (Formas usadas comúnmente en la terapia de reemplazo renal)	20

VIII. Consideraciones técnicas de la hemofiltración	21
• Eficacia	21
Cuadro C (Terapéuticas de reemplazo renal, depuración de urea y pérdidas de proteínas)	22
• Principios físicos aplicados a la HAVC	23
IX. Indicaciones y ventajas de la HAVC	24
Cuadro D (Indicaciones para el reemplazo renal)	25
X. Contraindicaciones de la HAVC	26
Cuadro E (Complicaciones y problemas asociados a la HAVC)	27
XI. Recursos para la realización de la HAVC	28
XII. Acceso vascular	28
Cuadro F (Accesos para la terapia de reemplazo renal)	30
XIII. Biodisponibilidad de membrana	31
Figura E (Filtro)	32
XIV. Anticoagulación en la HAVC	33
XV. Selección de las soluciones de reemplazo	34
Cuadro G (Modalidades de terapia continua: problemas comunes de electrolitos y soluciones)	36
XVI. Aplicación de la HAVC en la Insuficiencia Renal Aguda	37

<b>XVII. Estabilidad hemodinámica con la hemofiltración</b>	<b>37</b>
<b>XVII. Velocidad de flujo y tensión arterial</b>	<b>38</b>
<b>XIX. Nutrición y líquidos en la HAVC</b>	<b>39</b>
<b>XX. Eliminación de líquidos y solutos</b>	<b>39</b>
<b>XXI. Comparación entre hemodiálisis y diálisis peritoneal</b>	<b>40</b>
<b>Cuadro H (Comparación de terapias de reemplazo renal)</b>	<b>41</b>
<b>XXII. Conclusiones</b>	<b>43</b>
<b>XXIII. Bibliografía</b>	<b>44</b>

**\* Hemodiálisis arteriovenosa continua y \*\*Hemofiltración arteriovenosa continua**



## **INDICE DE CUADROS**

Cuadro A.(Causas de la Insuficiencia Renal Aguda)	11
Cuadro B (Formas usadas comúnmente en la terapia de reemplazo renal)	20
Cuadro C (Terapéuticas de reemplazo renal, depuración de urea y pérdidas de proteínas)	22
Cuadro D (Indicaciones para el reemplazo renal)	25
Cuadro E (Complicaciones y problemas asociados a la HAVC*)	27
Cuadro F (Accesos para la terapia de reemplazo renal)	30
Cuadro G (Modalidades de terapia continua: problemas comunes de electrolitos y soluciones)	36
Cuadro H (Comparación de terapias de reemplazo renal)	41

\*Hemofiltración arteriovenosa continua

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura A. (Esquema del nefrón)	3
Figura B. (Esquema del glomérulo de Malpighi)	5
Figura C (Hemodiálisis arteriovenosa continua HDAVC*)	16
Figura D (Hemofiltración arteriovenosa continua HFAVC**)	17
Figura E (Filtro)	32

## **I. INTRODUCCION**

**En la actualidad el manejo de la Insuficiencia Renal Aguda (IRA) en el enfermo en estado crítico tiene un interés notable, primordialmente en el manejo dialítico. Este manejo dialítico con las técnicas convencionales (hemodiálisis y hemofiltración veno-venosa con bomba de alto flujo y diálisis peritoneal), pueden ocasionar inestabilidad hemodinámica, y si agregamos que un gran número de pacientes que están en la Unidad de Cuidados Intensivos cursan con inestabilidad hemodinámica y/o están con estabilidad hemodinámica a base de vasopresores, sería más perjudicial que benéfico su uso.**

**Para controlar esta complicación con el uso de estas técnicas convencionales, se han diseñado y/o creado varias técnicas innovadoras de hemodiálisis y hemofiltración que cuentan con: filtros, kit de circuitos, soluciones de reemplazo, bombas especiales, y agregando a éstos, anticoagulantes, coagulantes, accesos arterio-venoso continuo y sus múltiples variantes alternativas para excretar los productos de desechos del organismo, principalmente creatinina, nitrógeno de urea (hiperazoemia) y excesos de líquidos. También se ha demostrado su utilidad en la remoción de mediadores de la inflamación (principalmente en: sepsis, Síndrome de Insuficiencia Progresiva del Adulto - SIRPA).**

**Antes de dar inicio a la descripción de la HAVC se hará mención de: la anatomía, la función renal, la evaluación de la función renal, y la IRA.**

**Dr. Walter Querevalú Murillo**

# HEMOFILTRACION ARTERIO-VENOSO EN EL ENFERMO EN ESTADO CRITICO

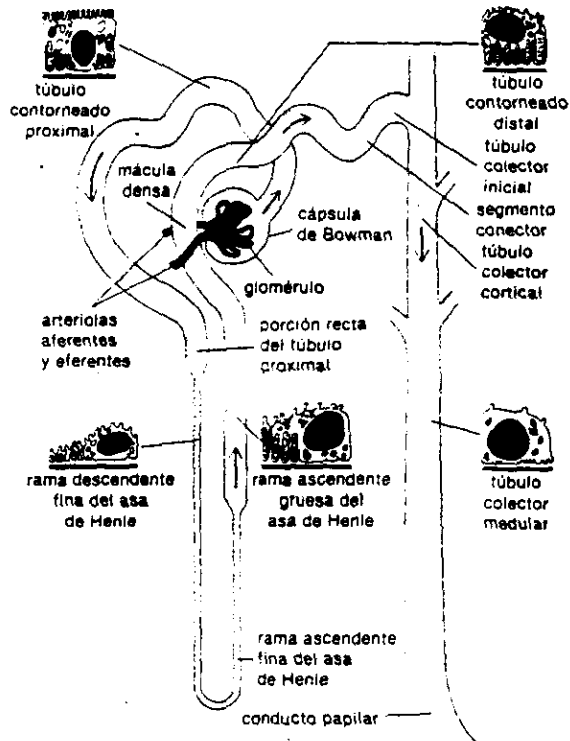
Para entender todo lo referente a la Hemofiltración Arterio-Venosa Continua (HFAVC), se hará mención inicialmente de: la anatomía, la función renal, la evaluación de la función renal, y la insuficiencia renal aguda (IRA).

## II. ANATOMIA RENAL

La unidad funcional del riñón el *nefrón* y cada uno de los riñones está compuesto por un millón, aproximadamente de dichas unidades. El nefrón comienza en un extremo ciego que envuelve a una red de capilares. Cada uno de los nefrones consta de un "componente de filtración" denominado *glomérulo (corpúsculo renal, corpúsculo de Malpighi)*, que consiste en un complejo de asas capilares interconectadas (capilares glomerulares), lugar en donde comienza la formación de la orina por la separación de la sangre que perfunde a los capilares glomerulares, de un filtrado plasmático esencialmente exento de proteínas. El espacio glomerular o *cápsula de Bowman* se continúa en la luz del *túbulo renal*, una larga estructura enroscada, estructural y funcionalmente divisible en tres segmentos: túbulo contorneado proximal, asa de Henle, y túbulo contorneado distal. El nefrón, como unidad individual, termina con el túbulo contorneado distal, aunque grupos de túbulos contorneados distales se unen para dar origen a una serie de *túbulos colectores* los cuales, a su vez hacen coalescencia para construir los túbulos colectores. Por su parte, los *conductos colectores* se vacían en los *conductos papilares de Bellini*. La *mácula densa* es aquella porción del túbulo que marca la transición entre la rama ascendente del asa de Henle y el túbulo contorneado distal. En todas las nefronas, este segmento se ubica entre arteriolas aferentes y eferentes, en sus puntos de contacto se conoce como el *aparato yuxtaglomerular*. (1,2)(figura A)

**Figura A**

**ESQUEMA DE EL NEFRON**



La sangre entra a cada riñón por una arteria renal, que luego se divide en ramas progresivamente más pequeñas (las arterias interlobulares y, las arcuatas), formando ángulos rectos con ella, y a medida que avanza hacia la superficie del riñón, a una serie de *arteriolas aferentes* paralelas entre sí, cada una de las cuales origina un glomérulo.

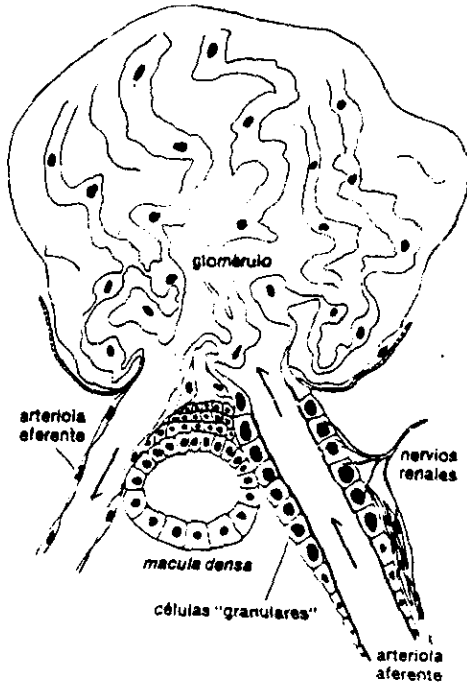
Los capilares glomerulares se recombinan para formar un nuevo tipo de arteriolas llamadas *arteriolas eferentes*. En consecuencia, la sangre sale del glomérulo a través de esta arteriola, que pronto se subdivide en un segundo grupo de capilares. Estos *capilares peritubulares* están profundamente distribuidos (e íntimamente asociados) por todas las porciones de los túbulos, disposición que permite el movimiento de agua y solutos entre la luz tubular y los capilares. Estos vuelven a juntarse para formar los canales venosos a través de los cuales la sangre, por fin, abandona el riñón.(2)(**figura B**)

No todos los nefrones son iguales. Según donde el glomérulo se encuentre próximo a la superficie o cerca de la unión corticomedular, los nefrones se diferencian en superficiales y juxtaglomerulares. Los glomérulos más superficiales, que son los que se han formado más tardíamente durante la embriogénesis, son más pequeños y presentan asas de Henle más cortas. En el riñón humano solamente el 15% de los nefrones tienen asas de Henle largas que llegan hasta la punta de la papila. La heterogeneidad estructural entre las dos poblaciones de neuronas, se refleja en diferencias funcionales.(1,2)

El glomérulo está formado por una malla de capilares interconectados por cortos canales anastomóticos. Estos capilares están invaginados y cubiertos sobre sus superficies externas por la capa visceral del epitelio de la cápsula de Bowman. Esta capa de células planas se continúa en la capa parietal de epitelio y en las células de revestimiento de los túbulos renales. La sangre penetra en el glomérulo desde la corta arteriola aferente, y la coalescencia de los capilares glomerulares forma la arteriola eferente; así, los capilares glomerulares son únicos en su característica de hallarse interpuestos entre dos arteriolas. El glomérulo tiene un diámetro de unos 200  $\mu\text{m}$  y se calcula la superficie total de capilares glomerulares en los dos riñones humanos en 1,5  $\text{m}^2$  aproximadamente. Los glomérulos se encuentran únicamente en la corteza(1,2)

**Figura B**

**ESQUEMA DEL GLOMERULO DE MALPIGHI**



Las estructuras vasculares que irrigan la médula también son diferentes. En las porciones internas de la corteza, muchos glomérulos tienen arteriolas eferentes largas que se extienden hacia la médula externa, donde se dividen muchas veces para formar los fascículos vasculares. Los márgenes de esos fascículos dan lugar a una red capilar que rodea a las asas de Henle y a los conductos colectores en la médula externa. De los núcleos de esos fascículos salen vasos rectilíneos (vasos rectos descendentes) que se extienden hacia la porción interna de la médula, donde se fragmentan para formar un plexo capilar; Estos capilares medulares internos vuelven a agruparse y forman venas (vasos rectos ascendentes), que corren en estrecha asociación con los vasos rectos descendentes dentro de los fascículos vasculares. Esta relación especial, como más adelante veremos, tiene una significación considerable para la formación de una orina concentrada.

La formación de orina comienza con la filtración de plasma prácticamente libre de proteínas a través de los capilares glomerulares hacia la cápsula de Bowman. La orina que entra al final del proceso a la pelvis renal es diferente del filtrado glomerular, por que, al paso del líquido filtrado, desde la cápsula de Bowman a través de las varias porciones del túbulo, su composición se va alterando. Este cambio ocurre por dos procesos generales: la resorción tubular y la secreción tubular. El túbulo está, en todos sus puntos, íntimamente relacionado con los capilares peritubulares, una relación que permite la transferencia de materiales entre el plasma contenido en ellos y la luz tubular. Cuando la dirección del transporte va desde la luz tubular hacia el plasma del capilar peritubular, el proceso se llama resorción tubular. El movimiento en dirección opuesta, es decir, del plasma del capilar peritubular hacia la luz del túbulo, se llama secreción tubular. Este último término no debe confundirse con la excreción. Decir que una sustancia ha sido excretada equivale a afirmar que ha aparecido en la orina final.

Los riñones son los órganos blanco para múltiples informaciones hormonales y nerviosas; además, en respuesta a los estímulos apropiados, los riñones sintetizan diversas sustancias que funcionan como mensajeros químicos intrarrenales.

La angiotensina II, que se origina dentro de los riñones, es una de esas sustancias, así como las prostaglandinas. Los riñones pueden producir un gran número de prostaglandinas (entre ellas a la PGE<sub>2</sub>, PGF<sub>2</sub>, PGD<sub>2</sub>, el tromboxano A<sub>2</sub>, y la prostaciclina). (1,2,3)



### **III. FUNCIONES**

Las funciones del riñón son:

- 1.- Regulación del equilibrio de agua y electrólito,
- 2.- Excreción de productos metabólicos,
- 3.- Excreción de sustancias químicas extrañas,
- 4.- Regulación de la presión arterial (Sistema Renina Angiotensina-Aldosterona),
- 5.- Regulación de la producción de eritrocitos (Factor Eritropoyético Renal),
- 6.- Regulación de la actividad de la vitamina D,
- 7.- Gluconeogénesis.

### **1. REGULACION DEL EQUILIBRIO DE AGUA Y ELECTROLITOS**

La función de una célula depende no solamente de la recepción de un continuo suministro de nutrientes y de la eliminación de sus productos finales metabólicos, sino también de la existencia de condiciones fisicoquímicas estables en el líquido extracelular que la baña, al que Claudio Bernard llamara "medio interno". La regulación de esta estabilidad es la función primaria de los riñones.

Puesto que el líquido extracelular ocupa una posición intermedia entre el medio exterior y las células, la concentración de cualquier sustancia en él puede ser alterada por los intercambios en ambas direcciones.

Una sustancia aparece en el organismo como resultado de la ingestión o como producto del metabolismo. Inversamente, una sustancia puede ser excretada fuera del organismo o consumida en una reacción metabólica. En consecuencia, si la cantidad de cualquier sustancia en el organismo debe mantenerse constante a lo largo del tiempo, la cantidad total ingerida y producida debe ser igual al total de la excretada más lo

consumido. Este es un enunciado general del concepto equilibrio. Se aplican los 4 posibles caminos para el agua y los iones hidrógeno. No obstante, el equilibrio es más simple para los electrolitos (minerales). Puesto que éstos no son sintetizados ni consumidos por las células, su balance en el organismo entero refleja solamente la relación ingestión excreción.(2)

Para apreciar la importancia de esas regulaciones renales, basta con hacer una lista parcial de las más importantes entre las sustancias inorgánicas simples que constituyen el medio interno y que son en gran parte reguladas por los riñones: agua, sodio, potasio, cloruro, calcio, magnesio, sulfato, fosfato e ion hidrógeno. Sin embargo, los riñones no son los principales reguladores de todas las sustancias inorgánicas esenciales; en particular, el organismo equilibra muchos de los elementos trazas, como el zinc y el hierro, a través de la absorción gastrointestinal de estos elementos o por medio de la secreción de bilis.(2)

## **2. EXCRECION DE PRODUCTOS METABOLICOS**

Son productos terminales de desechos porque no cumplen funciones biológicas conocidas en el hombre. Productos terminales producidos en cantidades relativamente grandes son el ácido úrico(procedente de los ácidos nucleicos), creatinina(proveniente de la creatina muscular), la bilirrubina y otros productos terminales del catabolismo de la hemoglobina, y los metabolitos de varias hormonas. Hay muchos otros sin identificar. La mayor parte de dichas sustancias es eliminada por el organismo tan rápida como éstas se producen , principalmente por el riñón.(2)

## **3. EXCRECION DE SUSTANCIAS QUIMICAS EXTRAÑAS**

Los riñones tienen otra función excretora, a la que se le está concediendo creciente importancia, y es la eliminación de sustancias químicas extrañas, como drogas, pesticidas, aditivos de los alimentos y sus respectivos metabolitos.(2)

#### **4. REGULACION DE LA PRESION ARTERIAL**

Los riñones están íntimamente involucrados en la regulación de la presión arterial a través de varios mecanismos. Primero, el equilibrio de sodio es un factor crítico en el gasto cardíaco y posiblemente de la resistencia vascular periférica, y los riñones regulan dichos balances. Segundo, los riñones actúan como glándulas endocrinas en el sistema renina-angiotensina, un complejo hormonal de enzimas, proteínas y péptidos que participan en forma importante en la regulación de la presión arterial.(2)

#### **5. REGULACION DE LA PRODUCCION DE ERITROCITOS**

Los riñones segregan una segunda hormona; el factor eritropoyético renal, que participa en el control de la producción de eritrocitos por la médula ósea.(2)

#### **6. REGULACION DE LA ACTIVIDAD DE LA VITAMINA D**

El riñón produce la forma activa de la vitamina D (1,25-dehidroxi-vitamina D<sub>3</sub>). Puede considerarse esta sustancia como la tercera hormona segregada por el riñón.(2)

#### **7. GLUCONEOGENESIS**

Durante el ayuno prolongado, el riñón sintetiza glucosa a partir de aminoácidos y otros precursores y la libera en la sangre. Es entonces, al igual que el hígado, un órgano gluconeogénico.(1,2)

## **IV. EVALUACION RENAL**

Debido a que los pacientes con enfermedades renales pueden no presentar síntomas o solamente causan molestias inespecíficas, es fundamental la evaluación de la función renal en el laboratorio para la detección y valoración seriada de las enfermedades renales. Algunos estudios de laboratorio son relativamente sencillos pero sumamente importantes; comprenden el examen del sedimento de la orina, la cuantificación de la excreción de proteínas en la orina, la medida del nitrógeno no protéico en la sangre (BUN) y de la creatinina plasmática, la medición clínica del índice de filtración glomerular (IFG), medidas de la función tubular y urografía excretora. La biopsia renal y otras técnicas de diagnóstico especiales (arteriografía, ultrasonografía y estudios de perfusión con isótopos) sólo se utilizan en circunstancias especiales.(1)

El estudio de la nefropatías comienza con el reconocimiento de un síndrome determinado basándose en hechos como la presencia o no de hiperazoemia, proteinuria, hipertensión, edema, análisis de orina anormal, trastornos electrolíticos, volumen de la orina anormal o infección.(3)

## **V. INSUFICIENCIA RENAL AGUDA**

Después de tener las bases de la estructura, la función y la evaluación de la función renal, nos enfocaremos a definir la Insuficiencia Renal Aguda (IRA) como un abrupto decremento de la disponibilidad del riñón para excretar productos de desechos (filtración renal). El sobrevenir una reducción de la tasa de filtración ocasiona un progresivo incremento en los niveles séricos de nitrógeno de urea y creatinina.(4) El decremento rápido de la filtración glomerular, está relacionada con el sitio primario del desorden, que son: circulación (prerenal), parénquima renal (renal) y disminución del flujo urinario. (postrenal)(4,5)

La IRA puede ser oligúrica (gasto total de orina menor de 400ml/día) o no oligúrica (> o = 400ml/día). La anuria (<100ml/día) es menos inusual, y sugiere origen vascular u obstrucción. En el Cuadro A se enlista las causas más comunes de IRA en pacientes hospitalizados.(4)

## **IV. EVALUACION RENAL**

Debido a que los pacientes con enfermedades renales pueden no presentar síntomas o solamente causan molestias inespecíficas, es fundamental la evaluación de la función renal en el laboratorio para la detección y valoración seriada de las enfermedades renales. Algunos estudios de laboratorio son relativamente sencillos pero sumamente importantes; comprenden el examen del sedimento de la orina, la cuantificación de la excreción de proteínas en la orina, la medida del nitrógeno no protéico en la sangre (BUN) y de la creatinina plasmática, la medición clínica del índice de filtración glomerular (IFG), medidas de la función tubular y urografía excretora. La biopsia renal y otras técnicas de diagnóstico especiales (arteriografía, ultrasonografía y estudios de perfusión con isótopos) sólo se utilizan en circunstancias especiales.(1)

El estudio de la nefropatías comienza con el reconocimiento de un síndrome determinado basándose en hechos como la presencia o no de hiperazoemia, proteinuria, hipertensión, edema, análisis de orina anormal, trastornos electrolíticos, volumen de la orina anormal o infección.(3)

## **V. INSUFICIENCIA RENAL AGUDA**

Después de tener las bases de la estructura, la función y la evaluación de la función renal, nos enfocaremos a definir la Insuficiencia Renal Aguda(IRA) como un abrupto decremento de la disponibilidad del riñón para excretar productos de desechos(filtración renal). El sobrevenir una reducción de la tasa de filtración ocasiona un progresivo incremento en los niveles séricos de nitrógeno de urea y creatinina.(4) El decremento rápido de la filtración glomerular, está relacionada con el sitio primario del desorden, que son: circulación(prerrenal), parénquima renal(renal) y disminución del flujo urinario.(postrenal)(4,5)

La IRA puede ser oligúrica (gasto total de orina menor de 400ml/día) o no oligúrica (> o = 400ml/día). La anuria (<100ml/día) es menos inusual, y sugiere origen vascular u obstrucción. En el Cuadro A se enlista las causas más comunes de IRA en pacientes hospitalizados.(4)

## **Cuadro A. Causas comunes de Insuficiencia Renal Aguda en pacientes hospitalizados**

### **Insuficiencia Prerenal**

1. Depleción de volumen intravascular
  - Hemorragia
  - Pérdida gastrointestinal
  - Secuestro en el tercer espacio
  - Inadecuada ingesta o reemplazo de líquidos
2. Reducción del Gasto Cardíaco
  - Insuficiencia Cardíaca Congestiva
  - Shock Cardiogénico
  - Tamponade Cardíaco
3. Vasodilatación o vasoconstricción sistémica
  - Sepsis
  - Shock
  - Drogas (Inhibidores de la enzima convertidora de la angiotensiva, drogas anti-inflamatorias no esteroideas, ciclosporina, agentes bloqueadores alfa adrenérgicos, dosis alta de dopamina)

### **Insuficiencia Renal Parenquimatosa (renal)**

#### 1. Necrosis Tubular Aguda

- Agentes Exógenos
  - Antibióticos (Ej. Aminoglucósidos, anfotericina B, Pentamidina)
  - Agente radiocontraste
  - Agentes quimioterapéuticos (Ej. Cisplatino, mitomicina)
  - Otros (Ej. solventes orgánicos, ciclosporina, agentes anestésicos)
- Agentes Endógenos
  - Mioglobina o hemoglobina

- Deposición de cristales (Ej. Fosfato de calcio, uratos)

## 2. Nefritis Intersticial Aguda

- Drogas (Ej. Antibióticos beta lactámicos, sulfamidas, rifampicina, drogas anti-inflamatoria no esteroidea, cimetidina, fenitoína sódica, aloperidol, tiacidas, furosemide, analgésicos)
  - Infecciones (Ej. Tuberculosis, Pielonefritis Aguda)
  - Sistémica (Ej. Sarcoidosis, mieloma múltiple)
3. - Vascular (Ej. Hipertensión maligna, vasculitis, síndrome urémico-hemolítico, trombosis)
4. - Glomerular (Ej. glomerulitis postinfecciosa, síndrome de Goodpasture, nefritis lúpica, Nefropatía por IgA)

## Insuficiencia Postrenal

1. - Obstrucción Ureteral (Ej. coágulo, litos, necrosis papilar, tumores, fibrosis retroperitoneal)
2. - Obstrucción Uretral (Ej. estrechez uretral, hipertrofia prostática, tumores)

(4)

(4) Postgraduate Medicine, 1994;96(5):89-101

La IRA, rápida y severa es una causa común de morbilidad y mortalidad en pacientes hospitalizados, y está asociada con la magnitud del daño, y es reconocido recientemente como un grave problema de salud. En años recientes causó muchas muertes, tuvo pérdidas masivas de vida. En 1985, en la Ciudad de México ocurrieron 3,000 a 4,000 defunciones(6).

La IRA que ocurre en la Unidad de Terapia Intensiva(UTI), es una severa complicación con una mortalidad del 86%, especialmente cuando la IRA ha alcanzado un grado en que el tratamiento con diálisis(separación en una solución[sangre] de moléculas pequeñas[cristaloides] de otras moléculas más grandes[coloides] por medio de la difusión selectiva a través de una membrana semipermeable) es indicado(7). En IRA transitoria causada por drogas nefrotóxicas, la mortalidad es del 30%, y en Falla Orgánica Múltiple severa después de sepsis o isquemia, del 90%. (7,8)

A sabiendas que la IRA es una enfermedad común en las unidades de terapia intensiva, se han creado y/o diseñado; filtros, kit de circuitos, soluciones de reemplazo, bombas especiales, y agregado a estos anticoagulantes, coagulantes, accesos arterio-arterio-venoso y adiestramiento, para dar origen a La Hemofiltración Arterio-Venosa Continuo (HAVC) y sus múltiples variantes alternativas para excretar los productos de desechos del organismo, principalmente creatinina y nitrógeno de urea séricas incrementadas.(6,12)

La HAVC y sus modificaciones, han logrado una popularidad creciente en el tratamiento de la IRA en la UTI. Varias modificaciones técnicas de estos métodos, que originalmente se consideraban los mejores para la eliminación de líquidos pero insuficientes para depuración de solutos, se han vuelto una elección popular para pacientes oligúricos o anúricos que requieren volúmenes grandes de hiperalimentación. Tres importantes desventajas son la necesidad de anticoagulación continua, el requerimiento de un acceso arterial y el hecho que el paciente debe estar encamado.(9)

La HAVC es probablemente la terapia de reemplazo renal de elección para pacientes con IRA, inestabilidad hemodinámica y en contradicción de la diálisis peritoneal (7,9,10)



## **VI. CONCEPTOS DIALITICOS**

A continuación se mencionaran los conceptos de los métodos dialíticos disponibles.

**DIALISIS (D).** Separación en una solución de moléculas pequeñas[cristaloides] de otras moléculas más grandes[coloides] por medio de la difusión selectiva a través de una membrana semipermeable.

**DIALISIS PERITONEAL (DP).** Se realiza con la colocación estéril de una solución glucosada y electrolitos, en la cavidad peritoneal, a través de un catéter implantado quirúrgicamente. El agua, los electrolitos y las toxinas, se transfieren pasivamente desde los capilares del peritoneo, al líquido de diálisis, que se drena fuera del organismo. El peritoneo actúa como membrana semi-permeable.(9)

**FILTRACION (F).** Proceso de hacer pasar un líquido a través de un filtro empleando presión diferencial.

**ULTRAFILTRACION (UF).** Es el proceso de filtración forzada a través de una membrana semipermeable.

**HEMODIALISIS (HD).** La hemodiálisis es un método de remoción de solutos que requiere de una membrana semipermeable y de solución dializable que fluya a través de la membrana. (19)

**HEMOFILTRACION (HF).** La hemofiltración es un método de remoción de líquido que requiere de una membrana semipermeable y no requiere de solución dializable que fluya a través de la membrana. Mas bien, hay un remoción de fluido a través de la membrana, conducido por la diferencia de presión hidrostática transmembrana.(11)

**HEMODIAFILTRACION (HDF).** Es la combinación de la hemofiltración y la hemodiálisis

**ULTRAFILTRACION CONTINUA BAJA (UCB).** Es una técnica de UF continua de bajo flujo, comúnmente realizadada sin reemplazo simultáneo de líquidos.

**HEMODIALISIS VENOSA CONTINUA (HVC).** La UF ocurre en un circuito veno-venoso, a través de la sangre que es expulsada, por medio de una bomba sanguínea externa.

**ULTRAFILTRACION CONTINUA Y HEMODIALISIS INTERMITENTE (UCHI).** Hemodiálisis intermitente realizada contra un gradiente de ultrafiltración continua. La UF continua, disminuye la frecuencia de hemodiálisis y es capaz de mantener un adecuado control en el contenido de líquido del paciente.

**HEMODIALISIS VENO-VENOSA CONTINUA (HVVC).** Ultrafiltración y diálisis combinada como una HV-VC, pero es realizada con el uso de una bomba de un circuito extracorpóreo veno-venoso.(13,14)

**HEMODIALISIS ARTERIO-VENOSA CONTINUA (HDAVC).** La hemodiálisis es un método de remoción constante de solutos que requiere de una membrana semipermeable y de solución dializable que fluya constantemente a través de la membrana. Se requiere de un circuito extracorpóreo arteriovenoso, sin bomba(11)Figura C (6)

**HEMOFILTRACION ARTERIO-VENOSA CONTINUA (HAVC).** La hemofiltración es un método de remoción constante de líquido que requiere de una membrana semipermeable y no requiere de solución dializable que fluya a través de la membrana. Hay una remoción constante de fluido a través de la membrana, conducido por la diferencia de presión hidrostática transmembrana.(11)Figura D(6)

## **OTROS PROCEDIMIENTOS CONTINUOS LENTOS**

### **1.- Hemodiálisis Continua Lenta**

- a.- Hemodiálisis Veno-Venosa Continua (HDV-VC)
- b.- Hemodiálisis Arterio-Venosa Continua (HDA-VC)

### **2.- Hemofiltración Continua Lenta**

- a.- Hemofiltración Veno-Venosa Continua (HFV-VC)
- b.- Hemofiltración Arterio-Venosa Continua (HFA-VC)

### **3.- Ultrafiltración Continua Lenta**

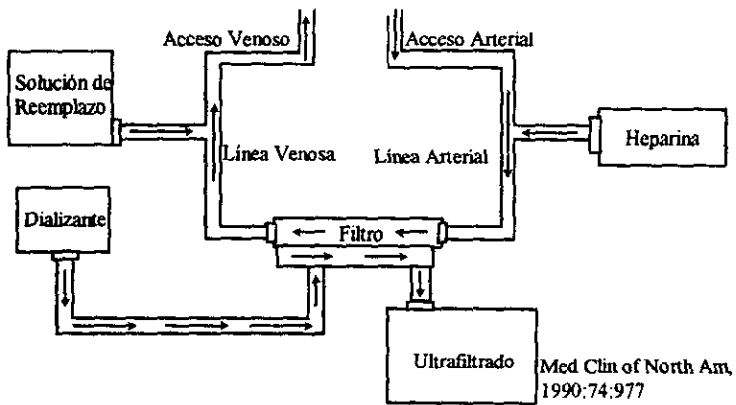
- a.- Ultrafiltración Veno-Venosa Continua (UFV-VC)
- b.- Ultrafiltración Arterio-Venosa Continua (UFA-VC) (24)

**(15)**

**Figura C**

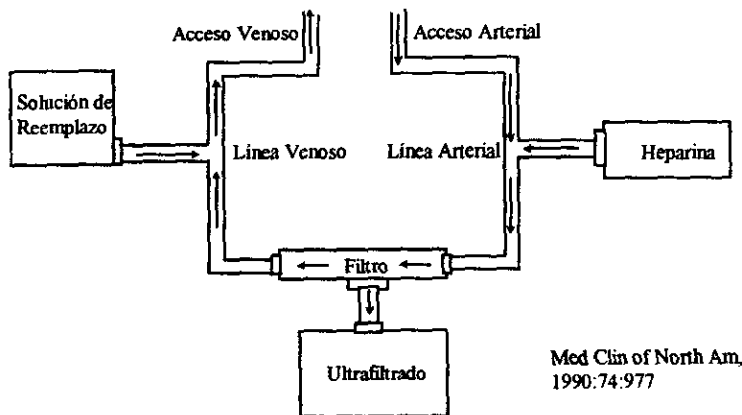
**HEMODIALISIS ARTERIO-VENOSA CONTINUA**

**CIRCUITO HDAVC**



**Figura D**

**HEMOFILTRACION ARTERIO-VENOSA CONTINUA  
CIRCUITO HEAVC**



Med Clin of North Am,  
1990;74:977

## **VII. HEMODIAFILTRACION ARTERIOVENOSA CONTINUA (HAVC)**

La HAVC, es un método extracorpóreo para remover solutos y agua vía hemofiltración. Primero fué descrito en 1977 por Kramer. Este método sencillo de control y purificación de la sangre ha sido usado en cientos de pacientes de todas las edades, con una gran variedad de indicaciones clínicas, principalmente para depurar azoados(urea)(6,16)

La HAVC y/o HVVC), es una técnica estabilizadora para el tratamiento de la IRA en pacientes críticamente enfermos en la UTI(10). El empleo de HAVC permite la administración y control de líquidos, electrolitos y nutrientes, no causa hipermetabolismo o inestabilidad hemodinámica(6,13), previene y trata la hipercalcemia, uremia, acidosis metabólica y sobrecarga de líquidos(13), así como la filtración de varios de los mediadores que juegan un papel importante en el Síndrome de Insuficiencia Respiratoria Progresiva del Adulto(S.I.R.P.A)(14). Además, la HAVC mejora la sobrevida en pacientes con ingreso calórico total y proteínas altas en comparación a hemodiálisis intermitente con ingreso calórico total y proteínas bajas (28% contra 12% respectivamente). (6)

El método terapéutico de sustitución renal es de importancia secundaria, pero con la HAVC tiene ventajas bien definidas en el tratamiento nutricional de los pacientes quirúrgicos.(10,13)

Aceptada como una garantía para la intervención terapéutica, la hemodiálisis ha venido siendo en los últimos años una técnica más estable y fácil de emplear, que puede servir para pacientes con insuficiencia renal establecida, así como aquellos con otro tipo de enfermedades. Aunque la diálisis es generalmente una técnica aplicada en forma intermitente, la experiencia reciente ha mostrado que la técnica continua puede tener aplicaciones clínicas particulares y de superioridad sobre las formas intermitentes especialmente en el escenario de cuidados intensivos. Mientras, la consideración teórica del apoyo de diálisis continua en pacientes con IRA estuvo reportado en 1960, no fue hasta en años recientes que avances en tecnología permitió la aplicación de estas técnicas.(17)) Tales técnicas como ultrafiltración, hemodiálisis, diálisis peritoneal,

hemofiltración, y hemodiafiltración se han estado utilizado en pacientes críticamente enfermos. Estos procedimientos han estado desempeñados utilizando accesos arteriovenosos (AV) y venovenoso (VV) tanto como terapia intermitente como continua. (9).

Es una técnica extracorpórea de ultrafiltrado que remueve líquido extracelular(LEC) que atraviesa una vía de membrana sintética creada por el gradiente de presión hidrostática entre el catéter arterial y el venoso. Esta técnica, se realiza por medio de un de cortocircuito arterio-venoso que remueven líquido extracelular(LEC) haciendo pasar la sangre arterial del enfermo a través de un filtro situado fuera del organismo, y el intercambio de solutos entre el plasma y el líquido se produce a través de una **membrana semi-permeable sintética**(membrana dializadora). Una vez efectuado ésto, la sangre venosa purificada retorna al paciente. En la técnica con fistula interna subcutánea, se necesita una bomba extracorpórea de sangre.(6,9)

La HAVC es probablemente la terapia de reemplazo renal de elección para pacientes con IRA, inestabilidad hemodinámica y en contraindicación de diálisis peritoneal.(3,10,11)

El sistema inventado por Kramer puede permitir o no el uso de bombas sanguíneas externas. Usando un catéter largo perforado y colocado en la arteria femoral, la propia presión arterial lleva la sangre a un hemofiltro. Cuando la presión hidrostática excede a la presión oncótica, el ultrafiltrado (UF) (agua, electrolitos, solutos de bajo y mediano no unidas a proteínas) pasan a través de la membrana del filtro dentro del espacio de ultrafiltrado del dispositivo. El ultrafiltrado de este espacio drena por gravedad a través de la entrada del filtro a través de un tubo dentro de una bolsa colectora. El ultrafiltrado drena por gravedad lejos del filtro creando una presión negativa media en la cámara sanguínea del filtro, favoreciendo posteriormente la ultrafiltración. Ya que las células sanguíneas y las proteínas permanecen en la cámara sanguínea y retornan a la vena femoral. El filtro permite la eliminación eficiente del agua plasmática y disuelve solutos del espacio vascular, mientras conserva los constituyentes celulares y proteínas de la sangre circulante.(17,21)

El acceso se logra generalmente con el uso de un catéter de uno o dos lumen. Utilizando presión arterial (en el caso arterio-venoso)como la fuerza para conducir la sangre, las técnicas arteriovenosa(AV) han estado aplicadas a todos los métodos de manipulación de la sangre, generalmente en la técnica continua.

La terapia de sustitución renal más empleados son: Ultrafiltración, Diálisis, Hemofiltración, Hemodiafiltración, destacando el uso de la hemofiltración en azotemia, desequilibrio ácido base y de electrolitos, así como la remoción de citoquinas que se encuentran incrementadas en el Síndrome de Disfunción Orgánica Múltiple (SDOM), Síndrome de Insuficiencia Respiratoria Progresiva del Adulto (SIRPA)(Cuadro B)(19)

**Cuadro B**  
**FORMAS UTILIZADAS COMUNMENTE EN LA TERAPIA**  
**DE REEMPLAZO RENAL**

<b>TERAPIA</b>	<b>DEFINICION</b>	<b>USO</b>	<b>ACCESO</b>
<b>ULTRAFILTRACION</b>	Remoción de líquido Usualmente <5L/día	Sobrecarga de líquidos IRC	AV continuo VV continuo
<b>DIALISIS</b>	Proceso con difusión usando dializante y membrana semi-per- meable	Azotemia Deseq. ácido/base Deseq. electrolítico Control de volumen	AV continuo VV continuo Intermitente
<b>HEMOFILTRACION</b>	Proceso de filtración usando el método de intercambio de plasma y agua a través de una membrana semi-per- meable	Azotemia Acido/base Electrolitos Volumen Citoquinas IRA, SDOM, ICC, SIRPA	AV VV continuo Intermitente
<b>HEMODIAFILTRACION</b>	Combinación de proceso de difusión y filtración (cambia 10 L) con peso molecular pequeño o mediano	Azotemia Sepsis Citoquinas Volumen IRA, SDOM, ICC, SIRPA	AV VV continuo Intermitente

IRA = Insuficiencia Renal Aguda

SDOM = Síndrome de Disfunción Orgánica Múltiple

ICC = Insuficiencia Cardíaca Congestiva

SIRPA = Síndrome de Insuficiencia Respiratoria Progresiva del Adulto

Parrillo and Bone, 1995(19)

## **VIII. CONSIDERACIONES TECNICAS DE LA HEMOFILTRACION**

### **• Eficacia**

Como se usaba originalmente, la HAVC pocas veces producía más de 10 ml/min de depuración de urea (14 l/24hrs). El uso de aspiración por vacío en la entrada del filtrado, combinado con la administración de líquidos de reemplazo (predilución) antes del filtro, aumenta la depuración de urea a 21 ml/min (30 l/24 hrs). Una técnica híbrida, como la HDAVC, que emplea un flujo continuo de dializado a través del compartimiento de filtrado, puede producir una depuración de urea con aumento similar. (Cuadro C) (10,16)

Con Las técnicas convencionales, la HAVC produce aproximadamente 600 ml/h de filtrado, pero la eliminación neta de líquido está limitada en grado muy manifiesto por la infusión asociada de líquido de reemplazo. Con el uso de aspiración de vacío en la entrada del filtrado, la producción puede aumentar de 1 a 2 lrs, permitiendo un reemplazo adecuado de líquido (para disminuir los valores de urea), pero manteniendo una ultrafiltración neta sustancial. Cuando se emplea aspiración por vacío, es recomendable la infusión previa al filtro de reemplazo de líquido (predilución). Con el uso de predilución y aspiración de vacío, puede lograrse una eliminación de hasta 10 litros de líquido neto por día. La HVVC es una modificación más reciente de la técnica de HAVC, e incluye el uso de una bomba de sangre para proporcionar flujo al filtro. Este método evita la colocación de un catéter arterial, y puede proporcionar una velocidad de filtración mas adecuada. Las formas que se emplean de modo ordinario pueden proporcionar 1 a 2 litros de filtrado por hora, y el flujo rápido de sangre proporcionado por la bomba puede limitar la necesidad de anti-coagulación. (10,18)



## Cuadro C

### Terapéuticas de remplazo renal: depuración de urea y pérdidas de proteínas

Tratamiento	Prescripción	Promediados en tiempo Depuración de urea			Pérdida de Proteínas <sup>o</sup>
		ml/min	L/24hrs	L/semana	grs/24 hrs
Hemodiálisis*	3x4 h/sem	12.5	18	126	6
	7x4 h/sem	29.3	42	296	15
Dialisis Peritoneal	2 L/h	16.7	24	168	30
HAVC	14 L/24hrs	9.7	14	98	15
HAVC **	24 L/24hrs	14.2	21	144	18
HDAVC	1 L/h	16.7	24	168	11
HVVC	1 a 2 L/h	16 a 32	24 a 48	168 a 336	18 a 36

<sup>o</sup> Incluye aminoácidos y péptidos. Los datos publicados se han ajustado para considerar el aumento en la porosidad de los dializadores disponibles en la actualidad.

\* Supone depuración de urea de 175 ml/min

\*\* HAVC aumentada

(23)

Modificado de Kaplan AA: Renal replacement therapy for acute renal failure. In: Current Therapy in Nephrology and Hipertension. Glasscock RJ (editor). BC Decker, 1992.

## • Principios físicos aplicados a la HAVC

La HAVC es una modalidad de vanguardia, generalmente utilizada en la UTI. Esta no requiere de personal especializado, tal como enfermeras de diálisis o técnicos. Una vez establecido el acceso vascular (tanto arteria como vena) la HAVC puede ser realizada por la enfermera intensivista supervisada por un médico residente de la especialidad o un médico intensivista adscrito a la UTI.(6)

La HAVC trabaja a través de una membrana altamente permeable, la cual genera un ultrafiltrado de líquido del plasma y solutos de peso molecular menor a 50,000 Daltons. El movimiento de agua a través de la membrana (ultrafiltrado) es proporcional a las diferencias de presión osmótica e hidrostática. (6)

La tasa de ultrafiltración puede ser expresada como sigue:

$$QF = K \times TMP$$

**QF** = Tasa de producción de ultrafiltrado (ml/min)

**K** = Coeficiente de permeabilidad de la membrana y,

**TMP** = Presión Transmembrana.

Debido a que K es una propiedad intrínseca del filtro, TMP es la principal variable que puede ser controlada clínicamente para influir en la tasa de ultrafiltración.

La presión transmembrana es dependiente de la diferencia de la presión arterio-venosa, de allí que en el procedimiento no requiere de aparatos de bombeo externo, además cuando no está presente la aplicación de presión negativa en el espacio de ultrafiltrado, el sistema tenderá a regularse por sí mismo.(6,14)

## **IX. INDICACIONES Y VENTAJAS DE LA HAVC**

### **• Indicaciones**

Está indicada en paciente oligúricos con inestabilidad hemodinámica o con sobrecarga severa de volumen y otras como: complicaciones en posoperatorios, quemaduras severas, septicemia, sobrecarga iatrogénica de líquidos, sobredosis de drogas, síndrome urémico, insuficiencia cardíaca congestiva, edema pulmonar con pericarditis, hiponatremia, encefalopatía hepática, síndrome hepatorenal, infantes y niños críticamente enfermos.(6) Además se puede emplear en pacientes con sepsis y Síndrome de Disfunción Orgánica Múltiple (SDOM) para la remoción de citoquinas (?) (cuadro D)(6,18)

### **• Ventajas**

No necesita de personal especializado para su aplicación, es preferida en lugar de la Diálisis Peritoneal(DP), cuando los daños abdominales prohíben su aplicación. Poca o nula incidencia de inestabilidad hemodinámica es reportada en el tratamiento de pacientes críticamente enfermos inestables con IRA. Esto es atribuido a disminución del flujo continuo y remoción de solutos en adición a la disminución del flujo sanguíneo activado preferentemente por la membrana del hemofiltro(6,14)

**Cuadro D**  
**INDICACIONES PARA EL REEMPLAZO RENAL**

- 1. Control de Líquido**
- 2. Balance Electrolítico**
  - Hipercalemia
  - Hiponatremia
  - Hiperfosfatemia
  - Hipermagnesemia
- 3. Control Acido/Base**
  - Acidosis Metabólica
  - Acidosis/Alcalosis Mixta
  - Alcalosis Metabólica Severa
- 4. Uremia**
- 5. Azotemia**
- 6. Síntomas Urémicos**
  - Trastorno Gastrointestinal
  - Ønubilación
- 7. Signos Urémicos**
  - Pericarditis
  - Neuritis Urémica
- 8. Otras indicaciones**
  - Lesiones torácicas o abdominales con inestabilidad hemodinámica
  - Shock cardiogénico con edema pulmonar (diálisis peritoneal lenta)
  - Oliguria sin respuesta a diurético
  - Sobrecarga masiva de líquidos
  - Insuficiencia renal renal aguda en pacientes postrados en cama
  - Compromiso respiratorio con Insuficiencia renal aguda
  - Síndrome de Insuficiencia Respiratoria Progresiva del Adulto (S.I.R.P.A.)
  - Nutrición parenteral restringida a hipervolemia
  - Control de la sepsis y falla orgánica con la remoción de citoquinas (?)

Medical clinics of North America, 1990; Vol. 74, No.4: 975-984(6)  
Parrillo and Bone, 1995(19)  
The Handbook of Surgical Intensive Care, Third Edition, 1991:353-401(12)

## **X. CONTRAINDICACIONES DE LA HAVC**

No hay que reporten contraindicación absoluta para la HAVC, intuitivamente se sabe que la HAVC no debiera ser usada si las formas habituales de diálisis pueden ser ejecutadas u ofrecen los mismos resultados. Una contraindicación relativa de la HAVC es el sangrado activo o la presencia de una coagulopatía, sin embargo algunos reportes documentan el uso de HAVC con heparina en pacientes con coagulopatía o con hemorragia (4)

### **• Complicaciones y Problemas Asociados a la HAVC**

Las posibles complicaciones de la terapia de reemplazo renal continuo se señalan a continuación (**Cuadro E**)

**Cuadro E**  
**COMPLICACIONES Y PROBLEMAS ASOCIADAS A LA HAVC**

**ACCESO**

- Insuficiencia renal distal
- Embolismo

**Temprano**

- \*Trombosis
- \*Malformación
- \*Infección
- \*Hematoma (local/retroperitoneal)

**Tardío**

- \*Fístula angiocutánea
- \*Estenosis
- \*Aneurisma (Pseudo/Real)
- \*Disminución potencial de la Fístula Arterio-Venosa

**BOMBA SANGUINEA**

- Embolismo gaseoso
- Pérdida sanguínea

**LINEAS**

- Desconexión/Hemorragia
- Infección
- Trombosis

**RINON**

- Coagulación
- Ruptura de membrana
- Alergia a membrana

**TERAPIA**

- Sobreheparinización / Intoxicación con citrato
- Anormalidades de electrolitos
- Disminución de aminoácidos
- Descontrol de líquido
- Hipotermia

**OTRAS**

- Inestabilidad hemodinámica
- Desequilibrio de líquidos y electrolitos
- Remoción terapéutica de la droga

Medical clinics of North America, 1990; Vol. 74, No.4: 975-984(6)  
Parrillo and Bone, 1995(19)

## **XI. RECURSOS PARA LA REALIZACION DE LA HAVC**

El material que se requiere para llevar a cabo la HAVC son:

- Acceso arterial y venoso
- Filtro con extensiones arteriovenosa
- Solución de reemplazo
- Heparina
- Protamina
- Adiestramiento

(6)Medical clinics of North America, 1990;Vol. 74, No.4: 975-984

## **XII. ACCESO VASCULAR**

El procedimiento original y la mayor parte de sus modificaciones requieren de acceso arterial y venoso de calibre grande. Los dos que se usan de modo más amplio son la derivación Scribner y la canulación combinada de la arteria femoral.(16)

La derivación de Scribner es la más segura. A veces puede preverse su necesidad (oliguria o anuria que se presentan después del pinzamiento prolongado de la aorta), y puede realizarse su colocación antes de que el paciente abandone la sala de operaciones.(16)

## **XI. RECURSOS PARA LA REALIZACION DE LA HAVC**

El material que se requiere para llevar a cabo la HAVC son:

- Acceso arterial y venoso
- Filtro con extensiones arteriovenosa
- Solución de reemplazo
- Heparina
- Protamina
- Adiestramiento

(6)Medical clinics of North America, 1990;Vol. 74, No.4: 975-984

## **XII. ACCESO VASCULAR**

El procedimiento original y la mayor parte de sus modificaciones requieren de acceso arterial y venoso de calibre grande. Los dos que se usan de modo más amplio son la derivación Scribner y la canulación combinada de la arteria femoral.(16)

La derivación de Scribner es la más segura. A veces puede preverse su necesidad (oliguria o anuria que se presentan después del pinzamiento prolongado de la aorta), y puede realizarse su colocación antes de que el paciente abandone la sala de operaciones.(16)



La canulación de la *arteria y vena femoral* constituye el método de uso más amplio para obtener un circuito arterio-venoso. Los flujos sanguíneos adecuados se obtienen mejor con catéteres de calibre amplio (0.3 cm de diámetro luminal) con reducción mínima hacia la punta y sin orificios laterales. A menudo los catéteres estándar para hemodiálisis son inadecuados. A pesar del riesgo aparente de la canulación arterial, el índice de complicación que se ha reportado es bajo. El éxito en el uso de estos catéteres puede deberse a la práctica común de limitar su inserción a los operadores experimentados, bien entrenados.(17)

Además, el cuidado del sitio de acceso aumenta debido a la vigilancia constante del circuito y del filtro. Las complicaciones potenciales incluyen hemorragia retroperitoneal, oclusión vascular, sepsis, infección del sitio de acceso y hematoma.(16)

El acceso vascular, también puede ser logrado canulando las arterias femoral, braquial, axilar y radial (3,11) como se muestra en el Cuadro F. Las ventajas del acceso femoral es la institución rápida y tamaño grande, la cual permite la colocación de líneas de acceso largos que facilitan el movimiento sanguíneo a través del filtro con una baja resistencia de la vía.(4)

## Cuadro F

### ACCESOS PARA LA TERAPIA DE REEMPLAZO RENAL

	<u>COLOCACION</u>	<u>LOCALIZACION</u>	<u>CONTRAINDICACION RELATIVA/ABSOLUTA</u>	<u>COMPLICACIONES (% de Frecuencia)</u>
<b>Acceso Arterial</b>	Percutáneo (cáteter de un lumen)	Femoral Braquial Axilar	Inexperiencia / Injerto Art. Paciente / Estenosis severa poco cooperador / AOA	Sangrado Hematoma 10% Retroperitoneal
	Quirúrgico (cortocircuito AV)	Braquial Femoral	Cirugía anterior / Allen Positiva Pulso distal bajo futura(?)	Infección Manipulación AV Trombosis Compromiso del flujo arterial
<b>Acceso Venoso</b>	Percutáneo Quirúrgico (Usualmente tunelada)	Subclavio Femoral Yugular Int. Subclavia	Paciente po- / Estenosis ven. co cooperador Cirugía anterior Injerto AV	Sangrado Moderado 8% Severo 2% Infección 3-6% Estenosis 5-10% Neumotórax 12% Hemoneumotórax ( < 0.5%)

FAV = Fistula Arterio-Venosa

AOA = Ateroesclerosis Obliterante Avanzada

Parrillo and Bone, 1995 (19)

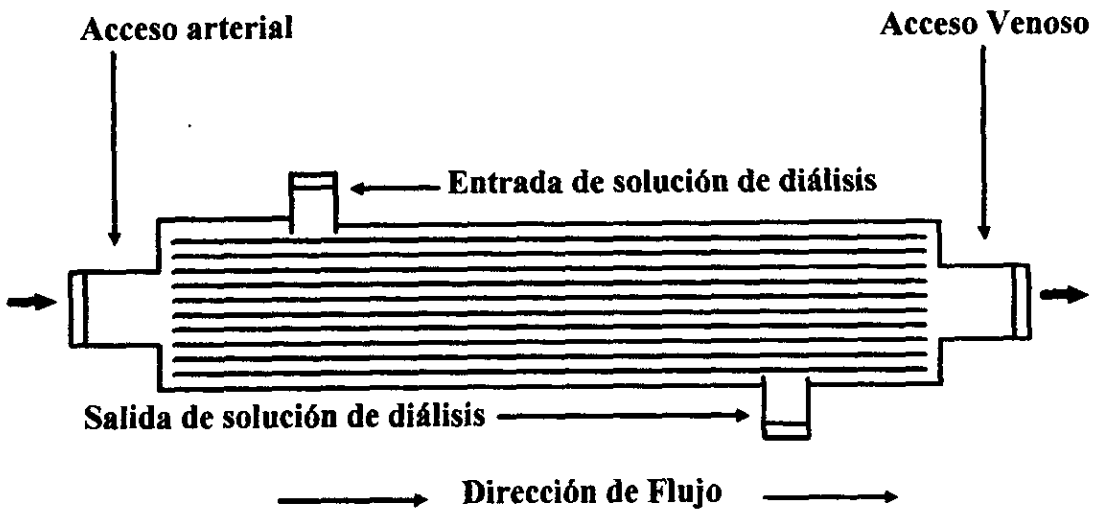
### **XIII. BIODISPONIBILIDAD DE MEMBRANA**

Jacob y asociados han demostrado que los leucocitos periféricos y el recuento de plaquetas disminuye durante la hemodiálisis cuando la sangre es expuesta al cuprofano, celulosa regenerada, o membrana de acetato celulosa, pero no con poliacrilonitrilo. La hipoxia ocurrió con todas las membranas. (20,23)

El conteo de los leucocitos y el comportamiento hemolítico total fueron del 100% del valor de la referencia durante la hemofiltración con la membrana de polisulfona o de triacetato de celulosa, mientras ambas disminuyeron durante la hemodiálisis con membranas de cuprofano. Sin embargo estos datos sugieren que las membranas usadas para HAVC son más biocompatibles que las membranas de cuprofano para hemodiálisis, la significancia clínica de estas observaciones no es clara. No se han reportado casos de reacciones del tipo de las anafilactoides con polisulfona en HAVC como ha habido con la hemodiálisis. En aquellos estudios en los cuales se emplearon membranas idénticas, tanto para la hemodiálisis como para la ultrafiltración, la estabilidad hemodinámica dependió del procedimiento realizado, no de la membranas usadas. Las membranas de ultrafiltración son más frágiles y más porosas, por lo tanto su ventaja es de menos presión transmembrana.(20)

La durabilidad del hemofiltro varia del uso, la frecuencia, la anticoagulación, el acceso vascular que se le de.(19)(Figura E)

**Figura**  
**ESQUEMA DE UN FILTRO**



## **XIV. ANTICOAGULACION EN LA HAVC**

La necesidad de anticoagulación continua constituye uno de los principales inconvenientes de esta técnica, y ha causado una incidencia elevada de complicaciones hemorrágicas.(21)Usualmente la heparina es necesaria para evitar la coagulación y oclusión del filtro. La heparina es primero introducido al filtro cuando está preparado para su uso clínico. Muchos fabricantes recomiendan que el filtro contenga de 1 a 2 lts de sol. salina y 5,000 UI de heparina.(6)Puede ser útil la heparinización regional con una infusión lenta continua posfiltro de protamina.(21) Las recomendaciones concernientes a la necesidad, para el mantenimiento de la dosis de heparina es variable en un rango de 2,000 a 10,000 UI de heparina. Usualmente se requiere de heparinización en una frecuencia de 500 U/hr. O una dosis en infusión de 10 U/kg/hr de heparina, que debe ser administrada a través de la salida arterial del sistema, con una dosis neutralizante de protamina en el acceso venoso, inicialmente de 1 mg/h para cada 100 U/hr de heparina.(21). Se debe de controlar con Tiempo Parcial de Tromboplastina (TPT) más de 30 segundos arriba del control o 1.5 tiempos del control. La dosis debe ajustarse para proporcionar TPT de 150 segundos o mayores en el circuito posheparina, aproximadamente 50 segundos en el circuito posprotamina. Después de establecerse la dosificación requerida , el TPT debe vigilarse tres veces al día para determinar la necesidad de ajustes adicionales. En pacientes con coagulopatía preexistente intensa, puede lograrse una duración razonable del filtro sin anti-coagulación, para evitar coagulación del filtro sin anticoagulación sistémica. Kaplan a reportado un protocolo de heparinización regional. Para evitar la anticoagulación sistémica, el sulfato de protamina infundida a través del acceso venoso, revierte eficazmente los efectos anticoagulantes de la heparina, antes de que llegue a la circulación sistémica. Ahora se ha sugerido anti-coagulación con citrato. Aunque esto puede proporcionar una anti-coagulación suficiente, debe considerarse el control de alcalemia, hipernatremia e infusiones de líquidos. Se ha intentado tanto prostaciclina como heparina de bajo peso molecular, pero su uso tiene los mismos inconvenientes que se han notado para la hemodiálisis (es notable la prolongación en la duración de acción, sin que haya método para neutralización rápida)(6,9,18,21)

## **XV. SELECCION DE LA SOLUCION DE REEMPLAZO**

La selección de la solución de reemplazo es dictaminado por las condiciones clínicas del paciente. los reemplazos de líquidos pueden incluir mezclas semejantes a la sol. Ringer's Lactato, sol. salina con adición de amortiguadores, electrolitos o la administración de Alimentación Parenteral Total (APT).(6)

Las indicaciones de reemplazo de volumen son hemodinámicas y metabólicas, debido a que la HAVC puede producir un ultrafiltrado arriba de 10ml/min con hipotensión (a pesar de la naturaleza autorreguladora del sistema).(4,16)

Todas las técnicas que se basan en la hemofiltración requieren de grandes volúmenes de soluciones de reemplazo estéril. Otra formulación fisiológica y relativamente barata consiste en dos soluciones preparadas y que se administran con facilidad en forma alterna. La primera solución se prepara agregando una ampolla de 10 ml de gluconato de calcio al 10% a un litro de NaCl al 0.9%. La segunda solución se prepara agregando 50 mEq de bicarbonato de Na a 1 litro de NaCl al 0.45%. Cuando se administra en forma alternativa estas dos soluciones, el resultado neto es una solución electrolítica que contiene 141 mEq/l de sodio, 101 mEq/l de cloruro, 25 mEq/l de bicarbonato, y 4 mEq/l de calcio.(6,21)

Con el uso de soluciones de reemplazo se deben vigilar y ajustar los niveles de electrolitos séricos.

Las alteraciones metabólicas para el cual los líquidos de reemplazo pueden ser indicados, incluyen; severos desórdenes electrolíticos, acidosis de difícil manejo y apoyo nutricional. Las soluciones de reemplazo pueden ser administrados por la vía arterial del sistema (proximal al filtro o predilucional) o vía venoso del sistema (distal al filtro o posdilución) .(6,18,21)

Las desventajas de la predilución incluye un incremento en el costo y necesidad de líquidos de reemplazo(10 a 30% incrementa el volumen total) y una pérdida

de confiabilidad de la química de ultrafiltrado que reflejan una pérdida de plasma y solutos. La APT son generalmente administradas en un modo de posdilución o vía una línea venosa separada (6).

En el caso que se emplee HDAVC, una solución dializante se coloca en el espacio extracapilar en contracorriente al flujo sanguíneo. Esto crea un gradiente de concentración por remoción selectiva de gran cantidad de solutos. La tasa de ultrafiltrado es regulada logrando un balance neto deseado y no es necesaria la sustitución de líquido. En este método la depuración de solutos es aproximadamente igual a la lograda con HD estándar(21).

La HAVC puede presentar déficit en electrolitos principalmente de: Sodio, Bicarbonato, Calcio, Fosfato y Potasio, los cuales se pueden corregir con las indicaciones que se muestran a continuación (**Cuadro G**)

## Cuadro G

### MODALIDADES DE TERAPIA CONTINUA: COMUNES PROBLEMAS DE ELECTROLITOS Y SOLUCIONES

<b>PROBLEMA</b>	<b>SOLUCIONES</b>
d. Na	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Cambiar toda la infusión de la solución a salina al 0.9% o su equivalente</li><li>2. Cambiar la solución dializante a altas concentraciones de Sodio (agregar NaCl)</li><li>3. Asegurar la adecuada entrada de Sodio con solución de reemplazo</li></ol>
d. HCO <sub>3</sub>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Asegurar la adecuada concentración de HCO<sub>3</sub> en el líquido de hemofiltrado</li><li>2. Si la solución de base es lactato/acetato, cambiar a bicarbonato de base (especialmente en falla hepática y shock)</li><li>3. Incrementar la concentración de HCO<sub>3</sub> en la solución de NPT</li></ol>
d. Ca <sup>++</sup>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Incrementar la concentración de Ca<sup>++</sup> en la NPT</li><li>2. Agregar Ca<sup>++</sup> a la solución de hemofiltración de reemplazo</li><li>3. Asegurar la adecuada ingesta de Ca<sup>++</sup> oral</li></ol>
d. PO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Incrementar el aporte de PO<sub>4</sub><sup>=</sup> con NPT</li></ol>
d. Mg	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Agregar a la NPT</li><li>2. Puede ser necesario suplemento de MgCl o MgSO<sub>4</sub></li><li>3. Agregar o ajustar en la solución de reemplazo</li></ol>
d. / a. K <sup>+</sup>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Evitar la aplicación de bolos de KCl para valores bajos de K<sup>+</sup></li><li>2. Ajustar la solución de K en el dializante para mantener el nivel de K<sup>+</sup> deseado</li><li>3. Puede necesitar la adición o discontinuación de la terapia instalada</li></ol>

NPT = Nutrición Parental Total

d. = Disminución

a. = Aumento

Parrillo and Bone, 1995(19)



## **XVI. APLICACION DE HAVC EN LA INSUFICIENCIA RENAL AGUDA**

La HAVC se adapta idealmente en pacientes con IRA quienes están hemodinámicamente inestables o aquellos quienes tienen una contraindicación indirecta de diálisis peritoneal. Es difícil averiguar la tasa de pacientes con IRA que caen dentro de esta categorías.

Los pacientes con formas leves de IRA, como aquellas causadas por varias nefrotoxinas, probablemente no requieran de este acceso agresivo y son mejor tratados con diálisis intermitente tradicional. El paciente crítico en la UTI con Síndrome de Disfunción Orgánica Múltiple (SDOM) o el paciente con lesiones traumáticas e IRA son candidatos ideales para HA-VC. Eliahou observó una interesante tendencia en el promedio de mortalidad en pacientes con IRA. Sin embargo, la diálisis temprana agresiva ha disminuido la morbi-mortalidad asociada con IRA, ya que el promedio reciente de mortalidad en IRA está en contra del aumento y es comparable con aquellas vistas en la etapa pre-diálisis.(12,21)

## **XVII. ESTABILIDAD HEMODINAMICA CON HAVC**

Las observaciones clínicas de Paganini de pacientes críticos con IRA que toleraron la HAVC mejor que la HD(Hemodiálisis intermitente) han sido corroboradas por varios autores. Bergström y colaboradores mostraron que en pacientes hipotensos en HD, la Ultrafiltración pura (sin difusión simultánea) provee una estabilidad hemodinámica a pesar de la eliminación de cantidades de líquido igual o mayores que los registrados durante la HD. Ellos atribuyeron ésto al factor de la osmolaridad que no cambió durante la ultrafiltración. Como el agua plasmática es eliminada por ultrafiltración, también es reemplazada rápidamente por agua intersticial y celular.

## **XVI. APLICACION DE HAVC EN LA INSUFICIENCIA RENAL AGUDA**

La HAVC se adapta idealmente en pacientes con IRA quienes están hemodinámicamente inestables o aquellos quienes tienen una contraindicación indirecta de diálisis peritoneal. Es difícil averiguar la tasa de pacientes con IRA que caen dentro de esta categorías.

Los pacientes con formas leves de IRA, como aquellas causadas por varias nefrotoxinas, probablemente no requieran de este acceso agresivo y son mejor tratados con diálisis intermitente tradicional. El paciente crítico en la UTI con Síndrome de Disfunción Orgánica Múltiple (SDOM) o el paciente con lesiones traumáticas e IRA son candidatos ideales para HA-VC. Eliahou observó una interesante tendencia en el promedio de mortalidad en pacientes con IRA. Sin embargo, la diálisis temprana agresiva ha disminuido la morbi-mortalidad asociada con IRA, ya que el promedio reciente de mortalidad en IRA está en contra del aumento y es comparable con aquellas vistas en la etapa pre-diálisis.(12,21)

## **XVII. ESTABILIDAD HEMODINAMICA CON HAVC**

Las observaciones clínicas de Paganini de pacientes críticos con IRA que toleraron la HAVC mejor que la HD(Hemodiálisis intermitente) han sido corroboradas por varios autores. Bergström y colaboradores mostraron que en pacientes hipotensos en HD, la Ultrafiltración pura (sin difusión simultánea) provee una estabilidad hemodinámica a pesar de la eliminación de cantidades de líquido igual o mayores que los registrados durante la HD. Ellos atribuyeron esto al factor de la osmolaridad que no cambió durante la ultrafiltración. Como el agua plasmática es eliminada por ultrafiltración, también es reemplazada rápidamente por agua intersticial y celular.

Varias observaciones recientes durante la HD han confirmado la importancia de los cambios osmolares como un factor causal mayor en la hipotensión asociada con HD. En pacientes estudiados con sesiones separadas de HD y hemofiltración, el procedimiento de hemofiltración, a diferencia de la HD, se caracterizó tanto por mantenimiento o aumento de la resistencia vascular sistémica, principalmente para preservar la presión arterial. Además, Parece haber una disfunción automática en aquellos pacientes sometidos a hemodiálisis que no se manifestó durante la hemofiltración. La vasoconstricción venosa como la arterial ayuda a mantener la estabilidad cardiovascular durante la hemofiltración. Revisiones recientes han discutido los factores etiológicos importantes propuestos en el caso de hipotensión inducida por diálisis. (21)

El mecanismo mayor que diferencia a la hemofiltración de la diálisis por difusión es que el segundo remueve los osmoles de soluto preferencialmente del espacio vascular y del líquido extracelular(LEC). Este deja a las células hipertónicas al LEC, lo cual resulta de movimiento de agua del LEC dentro de las células. Ya que la diálisis también resulta del movimiento de líquido a través de la membrana dializadora, puede resultar depleción del volumen del LEC e hipotensión. En la hemofiltración o ultrafiltración pura, la osmolaridad de las células y de LEC permanece igual. Como el agua extracelular y los solutos son removidos por el hemofiltro, los líquidos celulares y los solutos rápidamente rellenan el espacio del LEC.(12)

## **XVIII. VELOCIDAD DE FLUJO Y TENSION ARTERIAL**

Con una tensión arterial sistólica (TA) de 80 o más mmHg, el flujo sanguíneo atraviesa el poro de la membrana capilar del filtro en una frecuencia de 50 - 150 ml/min hasta conducir el agua y solutos del plasma (de 10,000 daltons) fuera del hemofiltro en 500 - 700ml/hr.(21)

Varias observaciones recientes durante la HD han confirmado la importancia de los cambios osmolares como un factor causal mayor en la hipotensión asociada con HD. En pacientes estudiados con sesiones separadas de HD y hemofiltración, el procedimiento de hemofiltración, a diferencia de la HD, se caracterizó tanto por mantenimiento o aumento de la resistencia vascular sistémica, principalmente para preservar la presión arterial. Además, Parece haber una disfunción automática en aquellos pacientes sometidos a hemodiálisis que no se manifestó durante la hemofiltración. La vasoconstricción venosa como la arterial ayuda a mantener la estabilidad cardiovascular durante la hemofiltración. Revisiones recientes han discutido los factores etiológicos importantes propuestos en el caso de hipotensión inducida por diálisis. (21)

El mecanismo mayor que diferencia a la hemofiltración de la diálisis por difusión es que el segundo remueve los osmoles de soluto preferencialmente del espacio vascular y del líquido extracelular(LEC). Este deja a las células hipertónicas al LEC, lo cual resulta de movimiento de agua del LEC dentro de las células. Ya que la diálisis también resulta del movimiento de líquido a través de la membrana dializadora, puede resultar depleción del volumen del LEC e hipotensión. En la hemofiltración o ultrafiltración pura, la osmolaridad de las células y de LEC permanece igual. Como el agua extracelular y los solutos son removidos por el hemofiltro, los líquidos celulares y los solutos rápidamente rellenan el espacio del LEC.(12)

## **XVIII. VELOCIDAD DE FLUJO Y TENSION ARTERIAL**

Con una tensión arterial sistólica (TA) de 80 o más mmHg, el flujo sanguíneo atraviesa el poro de la membrana capilar del filtro en una frecuencia de 50 - 150 ml/min hasta conducir el agua y solutos del plasma (de 10,000 daltons) fuera del hemofiltro en 500 - 700ml/hr.(21)

## **XIX. NUTRICION Y LIQUIDOS EN LA HAVC**

Una de las mayores ventajas para el uso de la HAVC en IRA es la libertad virtualmente ilimitada para administrar grandes volúmenes de líquidos en pacientes catabólicos severos con IRA, pueden requerir arriba de 5,000 ml al día de líquido de hiperalimentación, y ésto es fácilmente manejado en HAVC si son usados los electrolitos adecuados en las soluciones de reemplazo con dextrosa y aminoácidos. A menudo la restricción normal de líquidos para un paciente que recibe hemodiálisis de mantenimiento (tres veces por semana) depende de la tolerancia de ésta a la eliminación energética de líquidos durante cada tratamiento. En general, la restricción de líquidos debe ser de 1 a 1.5 l/día, y se dicta por la tendencia del sujeto a desarrollar hipertensión o congestión pulmonar en el periodo dialítico. Se tolera un cierto grado de edema de los pies siempre que no haya hipertensión ni congestión pulmonar. (16,17)

## **XX. ELIMINACION DE LIQUIDO Y SOLUTOS**

La eliminación de líquidos durante la HAVC es dependiente de la presión transmembrana. Los solutos aparecen en el ultrafiltrado en concentraciones muy similares a las vistas en el agua plasmática a menos que existan parcialmente unidas a proteínas o tengan un alto peso molecular. Para pequeños solutos endógenos y electrolitos existe un pequeño efecto de Gibbs-Donnan en el cual las proteínas están cargadas negativamente (albúmina) y pueden unir algunos cationes y retardar su movimiento transmembrana (ultrafiltración).

La Hemodiálisis sin eliminación de líquidos es generalmente bien tolerada por los pacientes con HAVC. Se puede evitar la hipernatremia o alcalemia por retención de  $\text{NaHCO}_3$  de las soluciones de reemplazo. (16)

## **XIX. NUTRICION Y LIQUIDOS EN LA HAVC**

Una de las mayores ventajas para el uso de la HAVC en IRA es la libertad virtualmente ilimitada para administrar grandes volúmenes de líquidos en pacientes catabólicos severos con IRA. pueden requerir arriba de 5,000 ml al día de líquido de hiperalimentación, y ésto es fácilmente manejado en HAVC si son usados los electrolitos adecuados en las soluciones de reemplazo con dextrosa y aminoácidos. A menudo la restricción normal de líquidos para un paciente que recibe hemodiálisis de mantenimiento (tres veces por semana) depende de la tolerancia de ésta a la eliminación energética de líquidos durante cada tratamiento. En general, la restricción de líquidos debe ser de 1 a 1.5 l/día, y se dicta por la tendencia del sujeto a desarrollar hipertensión o congestión pulmonar en el periodo dialítico. Se tolera un cierto grado de edema de los pies siempre que no haya hipertensión ni congestión pulmonar. (16,17)

## **XX. ELIMINACION DE LIQUIDO Y SOLUTOS**

La eliminación de líquidos durante la HAVC es dependiente de la presión transmembrana. Los solutos aparecen en el ultrafiltrado en concentraciones muy similares a las vistas en el agua plasmática a menos que existan parcialmente unidas a proteínas o tengan un alto peso molecular. Para pequeños solutos endógenos y electrolitos existe un pequeño efecto de Gibbs-Donnan en el cual las proteínas están cargadas negativamente (albúmina) y pueden unir algunos cationes y retardar su movimiento transmembrana (ultrafiltración).

La Hemodiálisis sin eliminación de líquidos es generalmente bien tolerada por los pacientes con HAVC. Se puede evitar la hipernatremia o alcalemia por retención de  $\text{NaHCO}_3$  de las soluciones de reemplazo. (16)

## **XXI. COMPARACION ENTRE HEMODIALISIS Y DIALISIS PERITONEAL**

En los enfermos urémicos crónicos en diálisis peritoneal(DP), las sustancias que pueden removerse eficientemente son: electrolitos, líquidos y ácido úrico. Entre las sustancias que son removidas en forma menos eficiente por la DP en comparación con la hemodiálisis, están: la urea, la creatinina, los polipéptidos y la mayor parte de los fármacos. Las sustancias que pasan a través del peritoneo en pacientes con DP son:

1. Sustancias removidas eficientemente por DP son: H, H<sub>2</sub>O, Na, K, Cl, Mg, S<sub>04</sub>, Br, Li, Acido Úrico.
2. Sustancias removidas menos eficientemente por DP son: Moléculas Medianas, Urea, Creatinina, Polipéptidos, La mayor parte de fármacos.
3. Sustancias que se pierden excesivamente por DP son: Aminoácidos, Vitaminas, Proteínas, Bicarbonato.
4. Sustancias que se absorben: Glucosa, Calcio, Lactato, Acetato(20)

Estudios realizados por Nolph, en los que comparó la depuración de creatinina y de Inulina en pacientes en hemodiálisis y en diálisis peritoneal, mostraron que la depuración de urea por hemodiálisis es mayor y, en cambio la extracción de moléculas medianas o de gran peso molecular puede ser semejante en ambos tipos de diálisis (18)  
A continuación se muestra una comparación de terapia de reemplazo renal(Cuadro H), En donde la HAVC y la HDAVC destacan por ser métodos que no producen inestabilidad hemodinámica, son excelentes para la remoción de líquido y buena para la remoción de solutos.(11)

## Cuadro H

### COMPARACION DE TERAPIAS DE REEMPLAZO RENAL

<u>Descripción</u>	<u>Hemodiálisis</u>	<u>Dialísis Peritoneal</u>	<u>HAVC /HDAVC</u>
<b>Valoración</b>	Rápida intermitente	Lenta intermitente	Lenta intermitente
<b>Acceso vascular</b>	A-V / V-V	Catéter abdominal	A-V
<b>Anticoagulación</b>	Requiere	No requiere	Requiere
<b>Remoción de solutos</b>	Excelente	Excelente	Buena c/HAVC Excelente c/HDAVC
<b>Remoción de líquidos</b>	Excelente	Bueno	Excelente
<b>Inestabilidad Hemodinámica</b>	Potencialmente significativa	Nula	Nula
<b>Riesgo de la aplicación</b>	Hipotensión Hemorragia Desequilibrio hidroelectrolítico	Infección/peritonitis Adhesiones intraabd. SIRPA	Dehidratación Hemorragia Desequilibrio hidroelectrolítico
<b>Apreciación total</b>	Util para remoción de solutos y venenos  La inestabilidad hemodinámica puede limitar su uso en la UTI	Contraindicada en cirugía abdominal  Util en pacientes quemados con pobre acceso vascular	Amplia flexibilidad con el balance de líquido y electrolitos La remoción de solutos y líquidos aumenta con HDAVC

SIRPA = Síndrome de Insuficiencia Respiratoria Progresiva del Adulto

(12)The Handbook of Surgical Intensive Care, Third Edition, 1991:353-401



Todos los métodos de hemofiltración(HF) o de hemodiálisis(HD), ya sean de flujo rápido o bajo, tienen como principio la diálisis, la cual es definida como la separación en una solución[sangre] de moléculas pequeñas[cristaloides] de otras moléculas más grandes[coloides] por medio de la difusión selectiva a través de una membrana semipermeable(filtro). (12,13)

La membrana dicta generalmente la permeabilidad de las sustancias, mientras la diferencias de concentraciones es a través de la membrana y el peso molecular de la sustancia particular determina su difusión. Con corriente de sangre en la dirección opuesta del dializable (contracorriente), las diferencias de concentración a través de la membrana están realizado de modo que hay movimiento continuo de sustancias a través de la membrana hasta que el equilibrio está logrado. Este proceso completo se le llama difusión. Así, la diálisis es una técnica basada en la difusión de la sangre. (14)

## **XXII. CONCLUSIONES**

1. La HAVC, es una técnica estabilizadora para el tratamiento de la IRA en el enfermo en estado crítico en la Unidad de Cuidados Intensivos, porque permite la administración y control de líquidos, electrolitos, y nutrientes, no causa hipermetabolismo o inestabilidad hemodinámica, previene y trata la hipercalcemia, uremia, acidosis metabólica y sobrecarga de líquidos, así como la filtración de varios de los mediadores que juegan un papel importante en el SIRPA y en la sepsis.
2. La HAVC es una técnica fácil de emplear, que puede ser empleada en enfermos con insuficiencia renal establecida, y tiene claras ventajas sobre las formas intermitentes, especialmente en el escenario de Cuidados Intensivos.
3. La HAVC, en comparación con otras técnicas dialíticas intermitentes, es superior, porque no produce inestabilidad hemodinámica y puede ser usada cuando existe contraindicación de la diálisis peritoneal.
4. La HAVC, también puede ser aplicada en pacientes con sobrecarga de volumen, como en la insuficiencia cardíaca congestiva, y en pacientes oligúricos y anúricos, que requieren grandes volúmenes de alimentación parenteral o enteral.
5. La HAVC esta indicada en pacientes oligúricos con inestabilidad hemodinámica o con sobrecarga severa de volumen y otras como: complicaciones en posoperatorios, quemaduras severas, septicemia, sobrecarga yatrogénica de líquidos, sobredosis de drogas, síndrome urémico, insuficiencia cardíaca congestiva, edema pulmonar con pericarditis, hiponatremia, encefalopatía hepática, síndrome hepatorenal, infantes y niños críticamente enfermos; además, se puede emplear en pacientes con sepsis y Síndrome de Disfunción Orgánica Múltiple (SDOM), para la remoción de citoquinas.
6. La HAVC es una modalidad de vanguardia, generalmente utilizada en la Unidad de Cuidados Intensivos. No requiere de personal especializado, tal como enfermeras de diálisis o técnicos. Una vez establecido el acceso vascular (tanto arteria como vena), la HAVC puede ser realizada por la enfermera intensivista supervisada por un médico residente de la especialidad o un médico intensivista adscrito a la UCI.
7. La HAVC, tiene la desventaja de la necesidad de anticoagulación continua y el requerimiento de acceso arterial.

## **XXIII. BIBLIOGRAFIA**

1. John R. Brobeck. Best y Taylor, Bases fisiológicas de la práctica médica, 10a Edición. Editorial médica Panamericana 1982.
2. Arthur J. Vander, M. D. Fisiología Renal, 3a Edición. McGraw-Hill, 1986.
3. Harrison. Principios de Medicina Interna, 13ª. Edición. McGraw-Hill, 1996
4. Rajesh K. Davda, Nicolas J. Guzman, Acute renal Failure; Prompt diagnosis is key to effective management. *Postgraduate Medicine*, 1994;96(5):89-101
5. Lauer A, et al; Continuous Arteriovenous Hemofiltration in the Critically Ill Patient. *Ann Int Med*, 1983; 99:455-60
6. Stanley Nahman and Donald F. Middendorf, Continuous Arterio-Venous Hemofiltration. *Medical clinics of North America*, 1990;74(4):975-984
7. Frankenfield DC, et al; Urea Removal during continuous hemodiafiltration *Crit Care Med*, 1994;22(3):407-412
8. Bartlett RH, et al; Continuous arteriovenous hemofiltration: Improved survival in surgical acute renal failure?. *Surgery* 1986;100(2):400-408
9. Garzia F, et al; Continuous arteriovenous hemofiltration countercurrent dialysis (CAVH-D) in Acute Respiratory Failure (ARDS). *J Trauma* 1991;31(9):1277-1285
10. Blazzio A, et al; Amino acid clearances and daily loses in patients with acute renal failure treated by continuous arteriovenous hemodialysis. *Crit Care med*, 1991;19(12):1510
11. Nolph, K.D. Advances in peritoneal transport physiology.. *Advances in peritoneal dialysis. Excerpta med. Int. Congress Series* 567;3,1981
12. Kim Lyerly and j. William Gaynor. *The Handbook of Surgical Intensive Care, Third Edition*, 1991:353-401

13. MacKenzie SJ, et al; The haemodynamic effects of intermittent haemofiltration in critically ill patients. *Intensive Care Med*, 1991;17:346-349
14. Ida Dox, Biargio Jhon Melloni, and Gilbert M. Eisner, *Diccionario Médico Ilustrado de Melloni*, Editorial Reverté, S.A., 1983
15. Singler, M, and Teehan, B. P. Continuous arteriovenous hemodialysis: An improved technique for treating acute renal failure in critically ill patients. In A. R. Nissenson, R. N. Fine, and D. E. Gentile (eds.), *Clinical Dialysis (3d de.)* Norwalk, CT: Apleton and Lange, 1995
16. Voerman HJ, et al; Continuous arterial-venous hemodiafiltration in critically ill patients. *Crit Care Med*, 1990;18(9):911-4
17. Michael D Jamerson and at, Principles, uses, and complications of hemodialysis. *Medical clinics of North America*, 1990;74(4):945-960
18. Anticoagulation with prostacyclin and heparin during continuous venovenous hemofiltration. *Crit Care Med*, 1994;22(11):1774-1781
19. Parrillo J. E. and Bone R. C., *Critical Care Medicine, Principles of diagnosis and management*, Ed. Mosby-Year Book, Inc., 233-251. 1995
20. Alejandro treviño Becerra. *Indicaciones de la diálisis peritoneal*. La Prensa Médica. SA, 91-92, 1985
21. Frederic S. Bongard y Darryl Y. Sue. *Diagnóstico y tratamiento en cuidados intensivos*. Manual moderno S.A. de C.V., 139-147. 1995.
22. Kaplan AA: Renal replacement therapy for acute renal failure. In: *Current Therapy in Nephrology and Hipertension*. Glasscock RJ (editor). BC Decker, 1992.
23. Boldt J., et al; Continuous hemofiltration and platelet function in critically ill patients, *Crit Care Medicine* 1994,22(7);1155-1160