

Técnicas de depuración extracorpóreas en pacientes críticos

Dra. Rosa Moll Guillen

Hospital General Universitario de Valencia

El fracaso renal agudo FRA es una caída rápida de la función excretora renal y si es muy severa puede requerir depuración extracorpórea, a aplicar en nuestras unidades a los pacientes hemodinámicamente estables. Pero con el nivel actual de la medicina hospitalaria ha aumentado de forma significativa la presentación de FRA en el contexto de fracaso multiorgánico. Estos pacientes son mayores y mucho más graves que hace unos años, y están en unidades de cuidados intensivos ya que suelen precisar soporte con drogas vasoactivas, ventilatorio, nutricional, etc., siendo sus patologías desencadenantes y hasta hace unos años les tratábamos con la hemodiálisis intermitentes HDI en sesiones más suaves y frecuentes para mejorar la tolerancia. Las técnicas continuas nos han permitido aportar una mayor dosis de diálisis de forma más estable (2).

Las técnicas continuas en pacientes críticos son una realidad en nuestro medio, cada vez están más extendidas en las unidades de cuidados intensivos y aunque no se haya demostrado por las dificultades inherentes al estudio de procesos con tantas variables, que con ellas los pacientes críticos en fracaso renal agudo evolucionen mejor que con la hemodiálisis intermitente (la mortalidad apenas se ha modificado en los últimos 20 años), no hay duda de que son mejor toleradas y permiten tratar más y más fisiológicamente a pacientes que antes no hubieran tolerado la diálisis (3).

Una terapéutica efectiva de depuración extrarrenal debe aportar suficiente purificación de toxinas urémicas, corrección de los fluidos, de los trastornos electrolíticos y acidobase, manteniendo el mayor nivel de homeostásis y además proteger a los riñones y acelerar la recuperación del fracaso renal agudo.

Se trata de pacientes delicados, a los que hemos ido incorporando lo aprendido con los pacientes en programa de diálisis; que estén bien nutridos, técnicas continuas para evitar los picos, balance de peso lento para ser bien tolerado sin añadir inestabilidad a su estado, mucha diálisis, principalmente técnicas de convección, que arrastran moléculas de mayor tamaño, añadiendo difusión si la eliminación de moléculas pequeñas es insuficiente en situaciones de hiper-

catabolismo, alcalinizantes fisiológicos, membranas bio-compatibles, con monitores con todas las seguridades técnicas, balances exactos y modificables en cualquier momento, para atender a las múltiples variaciones en la prescripción en respuesta a modificaciones rápidas de su estado que pueden indicar los médicos que cuidan de estos pacientes, y diseñados para facilitar las cosas al personal que no está acostumbrado a manejarlos todos los días y está sobrecargado de trabajo. Esta dedicación, con el gasto que supone, está justificada aparte de otras razones, porque al tratarse de un proceso agudo, pueden recuperar una función renal que les permita vivir sin diálisis, si consiguen superar sus problemas de base.

EVOLUCIÓN DE LA TÉCNICA

La aplicación por primera vez del gradiente arterio-venoso para inducir transporte transmembrana (4) se mostró útil para el control con ultrafiltración aislada del edema resistente a diuréticos en el fracaso renal, y en el 77 Kramer y cols (5) publicaron sus resultados con la hemofiltración arterio-venosa continua como tratamiento del fracaso renal agudo. Con una membrana de alta permeabilidad se ultrafiltraban volúmenes superiores a los necesarios para el balance de líquidos y se reponía con fluidos con electrolitos, que al estar lógicamente libres de úrea, creatinina y otros productos tóxicos, disminuían progresivamente por dilución estas sustancias en el suero del paciente. El sistema era muy simple: dos catéteres (arteria y vena), líneas con conexión para entrada del líquido de reposición y el dializador con bolsa de recogida del ultrafiltrado. La presión del sistema siempre era superior a la atmosférica al no utilizar bombas y no requería atrapa-burbujas ni pinza venosa. El balance entre lo ultrafiltrado y lo repuesto ajustaba el balance del paciente a lo deseado.

Era muy eficaz en términos de control de fluidos, si la ultrafiltración UF era excesiva e inducía contracción de volumen, la menor tensión arterial del paciente limitaba esta UF y por tanto, no se agravaba la hipotensión, lo que constituía

a la vez la seguridad del sistema y la limitación de la técnica en cuanto a la depuración de solutos. La presión arterial era a menudo baja o inestable y se conseguían como máximo 12 a 18 litros de ultrafiltrado al día, lo que suponía un aclaramiento de urea de 18l/24h (fácil de calcular, se eliminaban esos litros de plasma urémico y se devolvía esa cantidad de líquido limpio, esos eran los litros que se habían aclarado por completo de urea, y si los niveles de urea en plasma eran de 100 mg/dl se depuraban 18g Urea).

Si el paciente presentaba un catabolismo severo (producción de urea muy elevada por gran destrucción de proteínas), no había control suficiente de las cifras y se acumulaba. Es la técnica más antigua y sencilla, y permitió tratar con depuración extraterrenal a pacientes muy enfermos en los que su grave situación clínica (hipotensión severa) impedía otras formas de sustitución de la función renal, aportando además la posibilidad de utilización de estas técnicas en centros con UCI que no disponían de nefrología-hemodiálisis.

La siguiente aportación significativa fue dada a conocer por Geronemus y Schneider en el 84 (6), la hemodiálisis lenta continua. Incorporaron el líquido de diálisis lentamente (10 a 15 ml/mm) en contracorriente produciéndose así un aumento de la eliminación de urea y otras moléculas pequeñas. Con ese lento paso del líquido de diálisis, se llegan a equilibrar el plasma y el líquido de diálisis, saturándose, y se consigue un aclaramiento de 24 a 26 l./día que es mucho más eficaz (también fácil de calcular: si el líquido de diálisis se cargaba hasta el mismo nivel que la sangre de urea y se eliminaba, el equivalente a esa misma cantidad de plasma se había aclarado).

Al principio se utilizaba cupofrán y posteriormente se utilizaron membranas sintéticas.

Posteriormente, se empezó a utilizar simultáneamente los dos sistemas, la hemodiafiltración continua arterio-venosa con dializador de polisulfona. Se combinaba así convección y difusión, dializándose más moléculas pequeñas y ultrafiltrándose más moléculas de mayor peso molecular.

DE LA BOMBA CARDÍACA A LA BOMBA PERISTÁLTICA O DE RODILLOS

El acceso arterio-venoso era inestable ya que la hipotensión del paciente limitaba su eficacia, y estas oscilaciones de presión arterial y por tanto de la velocidad del flujo ocasionaban la frecuente coagulación del circuito y dializador.

Se introdujeron los catéteres venosos de doble luz, la bomba de sangre, el detector de aire y la pinza venosa en adaptaciones de partes de los monitores de diálisis. Con el flujo constante en el tiempo se consiguen balances elevados, precisos y se mantiene permeables al sistema durante más tiempo con menor anticoagulación sistémica.

Otro aspecto positivo era evitar la punción arterial con sus riesgos propios. Uno negativo es que se complicó un circuito que se deseaba que fuera muy simple para el manejo por enfermería no nefrología.

En la Hemofiltración veno-venosa continua HF si la dilución con el líquido de reposición es post-filtro, si bien se reducen proporcionalmente los aclaramientos (parte del líquido limpio caerá con la UF –ver más adelante–) puede conseguirse mayor UF hasta 48 a 56l/día y/o utilizarse menos heparina.

En nuestro medio se utiliza sobre todo el acceso venoso doble (a él nos referiremos a partir de ahora) a todas las modalidades, la HF ya comentada, la Hemodiálisis continua HD, o la hemodiafiltración HDF si bien se cuestiona la necesidad de esta modalidad más compleja cuando la HF es capaz de controlar adecuadamente a todos los pacientes, a menos que se quiera de nuevo hacer tratamientos intermitentes (sesiones de 12-18 horas) (7).

Hay muchas más posibilidades y siglas disponibles de otras modalidades pero su interés es limitado de momento (3).

CONTROL DE BALANCE DE VOLUMEN

Una incorporación importante fue la segunda bomba de rodillos para control del líquido del ultrafiltrado, que con las membranas de alta permeabilidad más que arrastrar o aspirarlo, servía para frenarlo. Las bombas de rodillo tenían un margen de error que, con los altos volúmenes que se manejaban, obligaba al menos en nuestro caso, a la comprobación manual de los drenajes y suponía un trabajo tedioso a la vez que fundamental.

Anteriormente, el ultrafiltrado se ajustaba de forma algo primitiva y laboriosa subiéndolo el dializador para que bajara más o menos respectivamente la presión de la sangre a la entrada del dializador, consiguiéndose así menor o mayor ultrafiltrado neto del paciente. La aportación fundamental tanto en seguridad como en ahorro de trabajo, de los nuevos monitores diseñados para técnicas continuas, ha sido incorporar las balanzas y ajuste automático de la UF programada.

Estos nuevos monitores aportan tantas seguridades como los monitores de HDI con comunicaciones más amistosas, de forma que aunque son muy complejos y sofisticados en su interior, pero tienen aspecto sencillo con instrucciones guiadas por pasos en las pantallas, lo que hace que el personal se encuentre más cómodo y seguro.

MEJOR LA HEMODIÁLISIS O LA HEMOFILTRACIÓN

Difusión-Diálisis

La sangre es bombeada a un lado de una membrana semipermeable y por otra cara fluye una solución de cristala-

loides en contradirección. Las moléculas pequeñas difunden a través de la membrana desde la zona de mayor concentración a la de menor y la composición del líquido de diálisis pretende los flujos de sustancias que normalicen el plasma del paciente. En difusión las moléculas pequeñas pasan muy rápidas (urea 60 D, creatinina 113 D) y las grandes más lentamente. No se parece al sistema glomerular.

La eliminación de volumen (agua y sal) se consigue por UF (convección añadida de intensidad muy discreta), creando un gradiente de presión transmembrana a favor del paso fuera de la sangre.

Convección-Ultrafiltración

La sangre fluye por una cara de la membrana de alta permeabilidad (muy fácil el paso de agua con bajas presiones hidrostáticas) y en función del gradiente de presión pasa al otro lado arrastrando con ella (fuerzas de fricción con arrastre del solvente) las moléculas de peso molecular mayor (5.000 a 20.000 D dependiendo el tipo de membrana disponible) por UF (convección), de forma semejante al filtrado glomerular. Las moléculas pequeñas disueltas pasan sin dificultad en la misma concentración que presentan en suero, pero también se eliminan moléculas de mayor tamaño, en diferentes proporciones según tamaños (como la heparina, insulina, mioglobina, vancomicina y muchos mediadores de la inflamación, citoquinas y autocoides...), que no lo hacen con la diálisis (9).

En el caso del riñón, una vez filtradas, las sustancias sutiles tienen mecanismos de recuperación para evitar su pérdida, y cuando se trata de HF (UF importante no con objetivo de balance de volumen sino para depuración) éstas moléculas útiles (sodio, potasio, calcio, bicarbonato, magnesio, glucosa) se aportan con el líquido de reposición adecuado, consiguiéndose los volúmenes de filtración necesarios para el aclaramiento prescrito y el balance de volumen deseado (se repone lo filtrado menos la pérdida de peso pautada).

Al filtrar gran cantidad del suero del paciente se puede producir una gran hemoconcentración en la segunda parte del dializador, produciéndose una sangre viscosa dentro de las fibras, lo que crea gran resistencia y por tanto favorece la coagulación. Esto se combate aumentando el flujo de la bomba, disminuyendo la fracción filtrada (ver más adelante) o reponiendo prefiltro con predilución, lo que reduce la eficacia (hasta cierto punto ya que la bajada de concentración de urea con el líquido de reposición hará salir ésta de los hematíes aportando más a ser filtrada) y aumenta el gasto de la técnica (8).

La mayor parte de los estudios muestran resultados similares entre los pacientes tratados con la HF y la HD continuas y si bien es prometedor el campo de utilización de estas técnicas o sus variantes para eliminar otros productos lesivos, no se ha demostrado todavía si la eliminación de

estos solutos de mayor tamaño y potencialmente tóxicos ligados a la inflamación y sepsis es beneficioso para el paciente (3).

MECANISMOS POR LOS QUE LA HEMODIÁLISIS INDUCE HIPOTENSIÓN

Los mayores determinantes de la inestabilidad hemodinámica durante el tratamiento son la tasa de eliminación de fluidos y la de eliminación de solutos.

Se asumía que la causa principal de la hipotensión en diálisis era la inducción o agravación de la depilación del volumen intravascular producida por la ultrafiltración rápida. Esta hipótesis fue puesta en duda cuando Bergstrom (10) observó que la misma eliminación de líquido era mejor tolerada cuando se producía por convección, donde no se producen modificaciones en la concentración de solutos. Durante la hemodiálisis convencional la rápida eliminación por difusión de la urea y otros solutos pequeños produce una reducción en la osmolalidad plasmática que pasa a ser menor que la de las células. Por esto la célula hipertónica atrae agua a su interior disminuyendo el volumen plasmático que ya está disminuido por la ultrafiltración aplicada. El volumen vascular-extracelular disminuye porque ambos mecanismos se potencian.

También es posible que la rápida caída en la osmolalidad plasmática en sí misma contribuya a la inestabilidad hemodinámica, quizás interfiriendo con la respuesta simpática normal a la pérdida de volumen.

La urea (en situaciones fisiológicas) no se considera un osmol activo (sustancia osmóticamente activa capaz de atraer agua al estar en alta concentración), porque cruza con facilidad la membrana celular en situaciones de gradiente favorable. Este proceso en una situación de establecimiento de gradientes elevados en poco tiempo (decididamente no fisiológicas) requiere horas hasta llegar al equilibrio mientras que el agua es atraída por la alta concentración de urea celular más rápidamente. En situación de desequilibrio creado por la diálisis intermitente (gran eficacia) actúa osmóticamente atrayendo agua a la célula disminuyendo el volumen intravascular y contribuyendo a la peor tolerancia de la técnica. Cuando hacemos ultrafiltración aislada (convección) no alteramos la concentración en plasma de los solutos pequeños y por tanto no creamos un gradiente favorable al secuestro de agua en las células. Además como se produce un aumento de las proteínas plasmáticas y por tanto, la presión oncótica, se retiene más fácilmente en el espacio vascular el líquido, ambos mecanismos explican lo observado por Bergstrom y son la base de horas de UF aislada cuando el sobrepeso es excesivo en la diálisis en crónicos.

Cuando se hace diálisis en las técnicas continuas la disminución de los niveles de urea es tan lenta (aclaramientos de 17ml/min. frente a 160ml/min. en la HDI) que permite

el equilibrio a ambos lados de la membrana celular y no se produce la retención de agua presente en las HD intermitentes, contribuyendo esto a la mejor tolerancia.

También parece que la hemofiltración o hemodiálisis utilizando membranas de alta permeabilidad estabiliza más al paciente y podría ser por eliminación con estas membranas porosas una mayor proporción de sustancias cardiopresoras, vasodilatadoras de mediano tamaño, que no pueden pasar por las membranas de diálisis convencionales menos porosas (9).

TÉCNICAS EN PACIENTES CON FRACASO RENAL AGUDO

- Intermitentes:
 - Ultrafiltración.
 - Hemodiálisis HDI.
 - Hemofiltración.
- Continuas:
 - Hemodiálisis HD
 - Hemofiltración HF
 - Hemodiafiltración HDF
 - Peritoneal con cicladora o la continua equilibrada.
 - Ultrafiltración lenta continua.

Las técnicas continuas han recibido mucha atención en los últimos 10 años y se han ido introduciendo en las UCI –Servicios de Nefrología–. La más frecuentemente utilizada en la actualidad parece ser la HD con acceso venoso doble. La hemodiálisis continua tiene una eficacia claramente menor que la hemodiálisis intermitente HDI (1/8) pero como se usa 24 en vez de 4 horas al día es capaz de conseguir un control de electrolitos, fluidos y uremia adecuado (7).

Aunque las técnicas continuas tienen dificultades técnicas como la coagulación del dializador y el mayor riesgo potencial de sangrado, tienen la ventaja de una agresión hemodinámica mínima por cambios más lentos en la osmolaridad, uremia y distribución del agua corporal.

Hay muchos trabajos sobre el uso y resultados de la aplicación las técnicas continuas en pacientes críticos, pero dados los múltiples factores pueden determinar la evolución de un paciente en UCI: patologías muy diversas que por mala evolución acaban en cuidados intensivos, comorbilidad del paciente, decisiones diagnósticas, complicaciones terapéuticas, efectos adversos, calidad de los cuidados del centro..., estas publicaciones son de un número de pacientes insuficiente para que el factor diferencial a estudio pueda alcanzar significación semejante medida por los indicadores habituales en estos pacientes APACHE II, III... (que contemplan tanto la patología aguda como la crónica) a los que no se aplica dicha terapéutica.

En la actualidad no hay evidencia incontrovertible de que las técnicas continuas son mejores que las intermitentes pero se han aceptado entusiásticamente tanto en Nefrología como

en las UCI creando un giro interesante en el manejo clínico de estos pacientes, y aunque los pacientes con fracaso renal agudo son ahora mayores y están más enfermos que hace años, la mortalidad permanece constante o es incluso menor lo que sugiere que este síndrome se está tratando mejor (11).

MODALIDADES DE TÉCNICA CONTINUAS

| | UF | HFAV | HF | HDAV | HDFAV | HD | HDF | DPCE |
|------------------------|-----|------|------|------|-------|------|------|-----------|
| Acceso | A-V | A-V | V-V | A-V | A-V | V-V | V-V | Peritoneo |
| Bomba | No | No | Sí | No | No | Sí | Sí | No |
| Filtrado (ml/h) | 100 | 600 | 1000 | 300 | 600 | 300 | 800 | 500 |
| Filtrado (l/d) | 2.4 | 14.4 | 24 | 7.2 | 14.4 | 7.2 | 19.2 | 12 |
| Flujo dializado (l/h) | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Liq. Sustitución (l/d) | 0 | 12 | 21.6 | 4.8 | 12 | 4.8 | 16.8 | 0 |
| Acl. Urea (ml/min) | 1.7 | 10 | 16.7 | 21.7 | 26.7 | 21.7 | 30 | 8.5 |
| Dificultad* | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| Coste* | 1 | 2 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 |

(12)* 1 más fácil y más barato 4 más difícil y caro

La elección de la modalidad de técnica continua en cada paciente depende de varios factores y entre ellos la disponibilidad de equipos, cobertura de enfermería suficiente, la experiencia del médico que la indica, la estabilidad hemodinámica, el acceso vascular disponible, el grado de anticoagulación tolerable, y si la indicación es predominantemente para balance de líquidos o depuración de solutos con presencia o no de hipermetabolismo. Esto último suele ser lo más importante ya que todas las modalidades se diferencian entre sí sobre todo por su diferente capacidad de eliminación de solutos o agua.

El acceso vascular arteria-vena se usa cada vez menos y a poco equipo que se disponga se evitará la función arterial.

Se puede indicar ultrafiltración aislada si el problema principal es la sobrecarga de volumen con escasa respuesta a diuréticos y necesidad de perfusiones abundantes.

También puede usarse en ese caso la hemofiltración con volúmenes de UF bajos, ya que aunque la depuración será discreta, ayudará a evitar la acumulación de toxinas que la caída probable de la diuresis secundaria a la UF acabará induciendo.

La hemofiltración tiene buenos resultados y además se extraen más moléculas medias urémicas y mediadores inflamatorios pudiendo recurrir a la hemodiafiltración si se precisa aún más depuración (9).

COMPLICACIONES DE LAS TÉCNICAS CONTINUAS

En general las técnicas continuas son bien toleradas y tienen una tasa baja de complicaciones, pero cualquier terapia extracorpórea dada su naturaleza invasiva lleva asociada complicaciones potenciales y debe ser cuidadosamente monitorizada.

Dada la grave situación de los pacientes a los que se aplica, a veces es difícil distinguir entre las complicaciones de la técnica y aquellas relacionadas con la enfermedad de base.

Las que afectan al paciente se comentan a lo largo del texto: intolerancia hemodinámica, sangrado por la anticoagulación, pérdida de sangre por circuitos coagulados, reacción inflamatoria por interacción sangre-membrana, etc. y existen otras menores como la dificultad de movilizaciones para cuidados posturales, posibilidad de trombosis venosa si es una femoral...

Las debidas a la técnica son familiares a la enfermería nefrológica y menores cuanto más seguro y completo sea el monitor disponible. La rápida evolución de la tecnología y las nuevas indicaciones de estas terapias ha llevado un cambio paralelo en el tipo y frecuencia de las complicaciones, en el 85 la desconexión de las líneas suponía el 8% y ahora es muy raro <0.5%. Las máquinas disponibles actualmente incorporan el control automático del volumen con bombas y balanzas junto a programaciones de seguridad que facilitan el problema de los balances (fuente de errores) a la vez que disminuyen la carga de trabajo de enfermería. No obstante, se requiere seguimiento muy cercano de enfermería ya que todos los sistemas pueden fallar y se manejan grandes cantidades de fluidos con potenciales errores graves (23).

NUTRICIÓN EN EL FRA EN EL PACIENTE CRÍTICO

El fracaso renal agudo se ha considerado único desde el punto de vista nutricional, y han sido las dificultades asociadas al tratamiento con hemodiálisis convencional (uremia controlada sólo de forma oscilante y parcial junto a sobrecargas de volumen) las que han condicionado los aportes de nitrógeno y otros nutrientes, además de existir la creencia de que los pacientes con FRA podían ser tratados de manera segura con restricción proteica de forma similar a los crónicos renales. La malnutrición es la consecuencia inevitable del régimen nutricional bajo en proteínas utilizado tradicionalmente en los pacientes con FRA. El balance muy negativo de nitrógeno y la destrucción de proteínas es muy negativo, porque da lugar a atrofiar la musculatura respiratoria, y posiblemente disfunción inmunológica y retraso de la recuperación renal.

Aunque es verdad que el FRA se asocia a varias alteraciones características del metabolismo intermediario, se han descrito alteraciones similares e incluso más intensas en los estados de fracaso multiorgánico y sepsis severa que van asociados al FRA de estos pacientes. Los trastornos metabólicos de éstos procesos críticos condicionan las necesidades corporales para calorías, proteínas, vitaminas y elementos traza de forma más significativa que el FRA. Los pacientes con FRA deben recibir el mismo soporte nutricional que el resto de pacientes críticos (>1.5g/Kg de aminoácidos) (14).

Con las terapias continuas éstos pacientes pueden recibir nutrientes y proteínas sin restricción alguna, mejorando su balance de nitrógeno con aportes proteicos mayores ya que el mayor grado de uremia por mayor conversión de los aminoácidos en urea, y el mayor volumen de las percusiones puede ser controlado siempre con las técnicas disponibles (7).

INDICACIÓN DE DIÁLISIS

Se ha postulado, aunque como es habitual en este terreno no se ha podido documentar de forma significativa, que la evolución de los pacientes puede mejorar si se inicia la diálisis precozmente para mantener la urea inferior a 160-200 mg/dl en plasma. Siendo la diálisis un procedimiento agresivo que aporta riesgos por controlado que pretendamos que sea, no está establecido un criterio uniforme, y se debe sopesar en cada paciente el riesgo/beneficio. En general se recomienda iniciarla cuando aparecen síntomas urémicos o exista una anomalía severa de fluidos o electrolitos no tratable con medicación, y normalmente se indica por congestión pulmonar (que inicialmente se podría tratar con UF aislada), hiperpotasemia, necesidad de aporte mayor de fluidos a un paciente en situación límite, o alteraciones no explicadas del estado de conciencia (2) (4).

DOSIS DE DIÁLISIS

Esto tampoco está establecido de forma unánime, cuando ya lo está en los pacientes crónicos.

El filtrado glomerular normal es 170 a 180ml/min. que es el aclaramiento de las sustancias como la creatinina que se eliminan sólo por filtración glomerular. La mayoría de pacientes con insuficiencia renal toleran vivir con aclaramientos 10% del normal (17 a 8ml/min) que en un objetivo razonable en pacientes no catabólicos y que es el aclaramiento aproximado de la hemodiálisis o la hemofiltración a-v siendo mayores en la veno-venosa (9).

Los hipercatabólicos (muchos de los pacientes críticos en nuestro caso, sobre todo los sépticos) requieren una terapia más agresiva de eliminación de solutos para obtener niveles aceptables o concentraciones promedio óptimas sobre todo si su masa muscular es considerable (13).

Inicialmente, los valores plasmáticos de urea y creatinina a falta de repercusión clínica, no se consideraban los indicadores primarios a valorar en diálisis, tolerándose cifras realmente elevadas vistas desde hoy (15) (2).

A finales de los 60 y 70 varias publicaciones observaban mejor supervivencia si se mantenían niveles estables de urea más bajos que los habitualmente tolerados (2), recomendándose entonces diálisis más frecuentes, ya que estas publicaciones se

refieren a la HDI, en uso en ese momento. Trabajos posteriores mostraron que esto no era así, no observándose diferente evolución (movilidad ni mortalidad) entre los realizados más intensivamente y con niveles plasmáticos más bajos y lo que se sometían a menos diálisis y por tanto estaban más urémicos (16), con lo que la práctica subsecuente, ante estos datos contradictorios, ha sido muy variada en cuanto a intensidad de diálisis en los diferentes centros. La observación de los trabajos de Hakim (17) del efecto deletéreo de la exposición a membranas no biocompatibles y la de la hipotensión asociada a la diálisis (18), volvió a resaltar el interés en una mayor dosis de diálisis, puesto que se explicaba la falta de diferencia de resultados positivos con éste régimen, por el hecho de que más diálisis suponía, al tratarse de procedimientos intermitentes con cupofán someterlos a mayor inestabilidad hemodinámica a la vez que más exposición a membrana incompatible, con inducción de reacción inflamatoria.

Este efecto negativo podría ser el responsable de la anulación del efecto positivo de la mayor dosis de diálisis. Aunque no ha sido probado adecuadamente hay discretas evidencias de que con el mejor control de la uremia una vez se apliquen a la diálisis continuas las membranas BioCompatibles, se podrá conseguir mejorar la morbilidad y mortalidad de estos pacientes.

Un reciente trabajo de Chertow y Lazarus (19) insiste en la dificultad de los estudios que abordan estos elementos controvertidos sobre cuándo empezar y cómo y cuánto dializar a los pacientes con FRA críticos ya que requerirían más de 750 pacientes y serían muy complejos (valorando la supervivencia, recuperación renal, duración de la estancia en UCI, estancia hospitalaria global, situación funcional, calidad de vida y costos y teniendo en cuenta la intensidad de la ultrafiltración, aclaramiento, modalidad de tratamiento, y otros factores relevantes en el fracaso renal agudo, como puede ser la membrana utilizada, las drogas prescritas, antibióticos, drogas vasoactivas).

Esta diálisis, intensiva con BioC influye sobre todo en el paciente con gravedad intermedia, los pacientes más leves o los muy graves no modificaban tanto su evolución en relación con la dosis de diálisis.

En general se recomienda mantener urea por debajo de 140mg/dl. En ocasiones la dosis prescrita no es la aplicada sino menor, como ocurre en la diálisis de crónicos por problemas de recirculación del acceso por el catéter (hasta un 20% pero generalmente no es inconveniente) y coagulación parcial del filtro (2).

PUEDA LA DIÁLISIS RETRASAR LA RECUPERACIÓN DE LA FUNCIÓN RENAL

Al menos teóricamente hay que considerar varios factores a este respecto:

Pérdida de la diuresis:

Tanto la eliminación del exceso de volumen como la disminución de los niveles de urea, pueden contribuir de forma fisiológica a que al iniciar la diálisis, se reduzca significativamente la diuresis o aparezca anuria a pesar de los diuréticos. No está claro como pueda esto afectar el grado de lesión renal. No parece probable que la disminución de la diuresis deba afectar a la función renal global. Un paciente en estas circunstancias de insuficiencia renal con necesidad de diálisis tiene menos del 5% de nefronas funcionando. La caída de la diuresis puede significar que el filtrado se está reabsorbiendo en mayor cantidad en las nefronas funcionantes, pero incluso si lo que ocurre es que se han alterado (quizás por el enlentecimiento del flujo y obstrucción tubular en presencia de restos celulares en la luz), esta oligoanuria no debe afectar la recuperación del 95% de túbulos que no funcionaban ya al iniciar el tratamiento con diálisis (9).

Múltiples episodios de hipotensión:

La hipotensión es una complicación frecuente de la hemodiálisis. Esto puede suponer un problema añadido en el riñón con necrosis tubular aguda, ya que al haber perdido su capacidad de autorregulación, parece ser especialmente susceptible a la disminución de la perfusión sanguínea y por tanto puede sufrir repetidos episodios de isquemia que agraven la lesión inicial y dificulten la recuperación. Esto es lo que se intenta evitar con las técnicas continuas que si consiguen mayor estabilidad hemodinámica durante el procedimiento, que lo hacía la HDI. No obstante sin controles adecuados se pueden producir errores en el balance o también en la estimación por parte del médico prescriptor de la UF deseada entrando en hipotensión, si bien en la UCI esto es rápido y fácilmente controlable (18).

Activación del complemento:

En modelos animales se observa activación del complemento al contacto de la sangre con la membrana de cuprofrán, produciéndose activación o infiltración de leucocitos en el riñón y prolongación del fracaso renal agudo. Esto no ocurre con las membranas biocompatibles. Hakim y cols (17) en 72 pacientes con FRA realizados aleatoriamente con membrana bioncompatible de cuprofrán o compatible de polimetilmetacrilato (con un efecto más limitado sobre leucocitos o complemento) y con un nivel de gravedad (puntuación APACHE II) semejante. Los que se dializaron con membranas biocompatibles presentaron mayor tasa de recuperación de la función renal (62% frente a 37%) con menor necesidad de diálisis, y mayor supervivencia (57% frente al 37%).

Estas diferencias se observaban especialmente (mortalidad 80% frente al 40%) entre los pacientes de ambos gru-

pos que al inicio del tratamiento conservaban diuresis (más función renal residual, menos nefronas afectadas), además los pacientes tratados con la membrana sintética conservaban diuresis en mayor proporción (70 y 40%).

El que las diferencias fueran más marcadas entre los que tenían más nefronas funcionantes significa que eran más susceptibles al efecto de la activación del complemento y los neutrófilos.

Hakin amplió el estudio hasta 153 pacientes incluyendo la polisulfona y confirmó los resultados iniciados (20). Otros trabajos han extendido estos resultados a membranas de PAN.

ANTICOAGULACIÓN

Al igual que ocurre con la hemodiálisis intermitente y todos los procedimientos extracorpóreos, es esencial prevenir la activación de la coagulación dentro del circuito al producirse el contacto de la sangre con los materiales extraños. En las técnicas continuas esto sigue siendo el talón de Aquiles, dada la prolongada exposición al material extraño y flujos de bomba relativamente bajos comparados con la HDI.

La anticoagulación adecuada es clave en la eficacia del filtro al mantener útiles todos los capilares o placas, y también en la supervivencia del dializador, minimizando las pérdidas sanguíneas por cambios de equipos coagulados. Una anticoagulación excesiva aumenta las complicaciones hemorrágicas, ya de base elevadas en los pacientes críticos.

Cuidados de puntos vulnerables de los circuitos:

Igual que los presentes en la hemodiálisis de crónicos.

Las técnicas con acceso vascular arteria-vena por los periodos de flujo más lento requieren más anticoagulación.

Un acceso vascular que no da flujo suficiente es un problema y debe corregirse. Vigilar la compresión o pinzamientos de las líneas que deberán ser visibles y cortas. Un punto muy vulnerable es el contacto sangre-aire de las cámaras de presión venosa, aumentado en los monitores que para ganar en seguridad incorporan la medida de presión arterial pre-bomba de sangre y pre-dializador. Algún modelo elimina este riesgo incorporando medidas de presión de membrana, sin columna del aire.

Se han diseñado membranas y líneas con heparina ligada a su superficie, que parecen prometedoras. El diseño en placas favorece el flujo, pero el diseño del dializador no importa en circuitos con bomba.

Una ultrafiltración muy alta puede favorecer la coagulación, al producir excesiva hemoconcentración y viscosidad en el extremo venoso de dializador. Esto se puede evitar aumentando el flujo de la bomba o utilizando reposición pre-filtro en la HF o HDF. Lo óptimo es mantener fracciones de filtración del 20% es lo óptimo (9).

$$FF = \frac{\text{ultrafiltración cc/min.}}{\text{flujo de plasma cc/min.}}$$

Flujo de plasma = [flujo sangre/min x (1 - Hematocrito en tanto por 1)].

Se debe administrar el anticoagulante en toma del circuito y parece ser más efectiva la heparina si se administra diluida, pues se mezcla mejor (8).

Algunos pacientes presentan trastornos de la hemostasia (déficit de factores, plaquetopenia, etc.) y precisan ninguna o poca anticoagulación añadida, mientras que en otros casos, por ejemplo algunos pacientes sépticos, desarrollan un déficit de antitrombina III y son más propensos a la coagulación del sistema.

Estas variables del paciente junto a la diferente valoración del riesgo y gravedad del sangrado potencial, hace que se deba individualizar la dosis de anticoagulante en función del grado de anticoagulación permitido. Se debe monitorizar periódicamente con el tiempo de coagulación activado o el tiempo de tromboplastina parcial, que en muestras tomadas en el retorno al paciente debe ser dos veces el valor normal.

La heparina sigue siendo el producto más utilizado. Van apareciendo nuevos pero ninguno de ellos es el ideal y la selección se verá influido por la disponibilidad de los diferentes anticoagulantes y la experiencia con ellos.

La mayor parte usa heparina a semejanza del tratamiento en la hemodiálisis crónica.

La técnica estándar es una dosis inicial de 5000 a 10000 unidades (equivalencia 100 unidades = 1 mg) seguida por una infusión de 3 a 8mg/h. La mayor parte de centros consiguen con esta pauta supervivencias del dializador de 24 a 36 h (es difícil comparar resultados porque las técnicas no están suficientemente estandarizadas), pero este grado de anticoagulación aumenta el riesgo de sangrado.

No se sabe si el resultado es mejor con las heparinas de bajo peso molecular. También puede utilizarse prostaciclina, aunque esta puede producir inestabilidad hemodinámica lo que puede limitar su uso. En algún centro se utiliza citrato (12) que actúa quedando el calcio con muy buenos resultados, aunque puede inducir alcalosis sobre todo en pacientes con insuficiencia hepática.

Bellomo (21) no detecta diferencias en la supervivencia del dializador usando heparina a dosis bajas, muy utilizada, o sin anticoagulación, por lo que en los pacientes de alto riesgo de sangrado se debe intentar la diálisis sin heparina con lavados de salino, como hacemos en la HDI.

Se basa en lavar el dializador con 20 a 50 mg de heparina en un litro de salino que se desecha antes de conectar. El flujo de bomba debe ser lo más alto posible, 180-200 cc/min. y cada 30' se realiza un lavado rápido con 250 a 500 cc de salino en la toma para lavar las pequeñas formaciones

de fibrina en el dializador o en el atrapa, y además ver el estado del dializador. Requiere más seguimiento por parte de enfermería (8).

SOLUCIONES ALCALIZANTES, BICARBONATO Y PRECURSORES

Al igual que en la diálisis de crónicos hay que aportar bases para regenerar la pérdida de bicarbonato al amortiguar la producción diaria de ácido. La mejor forma de reponerlo es aportarlo tal cual. Esto ya es lo habitual en la hemodiálisis de crónicos y supuso aumentar considerablemente la tolerancia a las sesiones, frente al uso del acetato.

Se pueden utilizar preparados ya comercializados o realizados en la farmacia de los hospitales con mezclas de las soluciones parenterales habituales si no se dispone de la composición deseada. Son semejantes a los de peritoneal pero sin glucosa hipertónica, con concentraciones fisiológicas de sodio y 2mEq/l de potasio (fácil añadir más si procede) aportando también calcio y magnesio (frente a HDI) y no parte de concentrados (evitan esa parte importante y compleja del monitor de diálisis) sino ya lista para uso y estéril como ocurre en la diálisis peritoneal.

No hay preparados que lleven en la misma bolsa bicarbonato, calcio y magnesio ya que esta mezcla es inestable y precipitan. En hemodiálisis la solución ácida y el bicarbonato se mezclan en el interior de la máquina sin problemas, porque el tiempo de contacto es muy breve pasando ense-

guida al dializador y al drenaje. Con más tiempo de contacto las sales de Ca y Mg hacen precipitar al bicarbonato y por ello se utilizan otras bases que, una vez metabolizadas en el organismo producirán bicarbonato, y son estables. Los aniones (pareja del OH-) utilizados son el acetato y principalmente el lactato (hasta organismo generando bicarbonato, pero en ocasiones como en estados de shock, hipoxia severa o insuficiencia hepática, éste paso intermedio de conversión no es tan eficaz, y se acumula el precursor, no se produce con la suficiente rapidez el aporte de bicarbonato que se sigue perdiendo con el hemofiltrado y/o el líquido de diálisis (gradiente de concentración favorable por bajo que sea su nivel en plasma siempre más elevada, pues bicarbonato líquido = 0) (22).

A menos en nuestra área no hemos dispuesto hasta ahora de preparados con bicarbonato para su utilización, si bien se podían hacer combinaciones con los líquidos existentes intentando, sobre todo cuando se hace hemodiafiltración con exposición doble (líquido de diálisis y también de reposición 1 litro cada uno por hora), que uno de los líquidos sea de bicarbonato y no se aporte tanto lactato al organismo.

Ahora ya hay disponible líquidos para su uso en técnicas continuas con el preparado ácido y el bicarbonato en dos bolsas que se mezclan, sin precipitación significativa, justo al ir a ser utilizados.

Las técnicas continuas no curan el fracaso renal agudo pero son un modo seguro y eficaz de reemplazar la función renal mientras el riñón se recupera de su lesión.

BIBLIOGRAFÍA

1.- Kierdorff HR Sieberth HG. Continuous renal replacement therapies versus intermittent hemodialysis in acute renal failure: What do we know? *Am J. Kidney Dis.* 1996; 28(5) S3 S90-S96.

2.- Conger J. Dialysis and related therapies. *Semin Nephrol* 1998; 18(5): 533-540.

3.- Ronco C. Bellomo R. Wratten ML. Tetra C.: Future Technology for continuous renal replacement therapies. *Am J. Kidney Dis.* 1996; 28 (5) S3: S121-129.

4.- Silverstein ME. Ford CA. Lysaght MJ., Henderson LW: The treatment of severe fluid overload. *N. Engl J. Med* 1974; 291:7847-751.

5.- Kramer P. Wigger W. Rieger J. Metthei D. Scheler F: A new and simple method for treatment of overhydrated patients resistant to diuretics. *Klinwscr.* 1977; 55:1121-1122.

6.- Geronemus R. Schneider W.: Continuous arteriovenous hemodialysis: a new modality for the treatment of acute renal failure. *Trans ASAIO.* 1984; 30:610-613.

7.- Forni LG. Hilton P.J. Continuous hemofiltración in the treatment of acute renal failure. *Current concepts. N Engl. J. Med.* 1997; 336 (18): 1306-1309.

8.- Mehta RL. Anticoagulation in severely ill patients treated with continuous hemofiltration. *Nephrologia* 1992; 12: 287-294.

9.- Golper TA. Continuous renal replacement therapy in acute renal failure. In: Rose BD. Rush JM. *Uptodate in Nephrology and Hypertension.* Vol.7.1.

10.- Bergstrom J. Asaba H. Furst P. Oules R. Dialysis, ultrafiltration and blood pressure *Proc Eur Dial Transplant Assoc* 1976; 13:293.

11.- Liaño F. Pascual J. Outcomes in acute renal failure. *Semin Nephrol.* 1998; 18 (5) 541-550.

12.- Mehta R.: Modalities of dialysis in acute renal failure. *Semin Dial.* 1996;9: 469-475.

13.- Ronco C. Bellomo R.: New CRRT systems: Impact on dose delivery *Am J. Kidney Dis* 1997; 30(5) S4:S15-S19.

14.- Druml W. Prophylactic use of continuous renal replacement therapies in patients with normal renal function. *Am J. Kidney Dis.* 1996; 28(5) S3:114-120.

15.- Kleinknecht D. Jungers P. Chanard J et al: Uremic and non-uremic complications in acute renal failure: Evaluation of early and frequent dialysis on prognosis. *Kidney Int.* 1972; 1:190-198.

16.- Gillum DM, Dixon BS, Yanover MJ et al: The role of intensive dialysis in acute renal failure. *Clin Nephrol.*, 1986; 15:1956-1063.

17.- Hakim RM. Wingard RL. Parker RA. Effect of the dialysis membrane in the treatment of patients with acute renal failure. *N Engl. J. Med* 1994; 331(20): 1338-42.

18.- Conger JD. Does hemodialysis delay recovery from acute renal failure? *Semin Dial* 1990;3: 146-147.

19.- Chertow GM. Christiansen CL. Cleary PD. Munro C. Lazarus JM. Prognostic stratification in critically ill patients with acute renal failure requiring dialysis. *Arch Intern Med* 1995; 155:1505-1511.

20.- Hakim RM. Tolkoff-Rubin N. Himmelfarb. J. et al.

A multicenter comparison of bioincompatible (BICM) and biocompatible (BCM) membranes in the treatment of acute renal failure, (abstract) *J. Am. Soc. Nephrol* 1994; 5:394.

21.- Bellomo R. Teede H., boyce N: Anticoagulant regimens in acute continuous hemodiafiltration: A comparative study. *Intensiv Care Med* 1993; 19:329-332.

22.- Maclas WL. Choice of replacement fluid/dialysate anion in continuous renal replacement therapy. *Am J Kidney Dis* 1996; 28(5) S3 S15-20.

23.- Ronco C. Bellomo R.: Complications with continuous replacement therapy. *Am J. Kidney Dis.* 1996; 28 (5) 53: S100-S104.