



## CAPÍTULO 6

# *Catéteres venosos centrales*

### 6.1. INDICACIONES

#### **NORMAS DE ACTUACIÓN**

La utilización de catéteres venosos centrales (CVC) para HD no es una primera opción como AV, pero pueden estar indicados en situaciones clínicas concretas:

6.1.1. Fracaso renal agudo o crónico agudizado en el que se precise un AV para HD de forma urgente.

*Evidencia A*

6.1.2. Necesidad de HD con AV permanente en fase de maduración o complicada sin posibilidad de punción, a la espera de nuevo AV.

*Evidencia A*

6.1.3. Imposibilidad o dificultad de realización de un AV adecuado, ya sea por mal lecho arterial o por falta de desarrollo venoso.

*Evidencia B*

6.1.4. Hemodiálisis por períodos cortos en espera de trasplante renal de vivo.

*Evidencia C*

6.1.5. Pacientes con circunstancias especiales: esperanza de vida inferior a un año, estado cardiovascular que contraindique la realización de AV, deseo expreso del paciente, etc.

*Evidencia C*

#### **RAZONAMIENTO**

La hemodiálisis de mantenimiento es una modalidad de tratamiento sustitutivo renal que requiere de un acceso vascular de larga duración. Dicho acceso se consigue con la realización de una fístula arteriovenosa autóloga o protésica. El empleo de catéteres en las venas centrales constituye una alternativa al AV permanente, ya que proporciona un acceso al torrente circulatorio de forma rápida y permite la realización de una diálisis eficaz.

En EE.UU., más de 200.000 personas necesitan HD, estimándose que alrededor de 250.000 catéteres son insertados al año. Por otro lado, un 60% de los pacientes que inician diálisis lo hacen mediante un catéter y un 30% de los que reciben diálisis de mantenimiento lo hacen con un catéter<sup>1</sup>. En Europa la incidencia es menor, oscilando entre un 15 y 50%<sup>2</sup>. Un reciente estudio sobre la distribución del AV en España demostró que los CVC constituyen el primer acceso vascular, estimándose una implantación anual de 12.000 (CVC), en su mayoría tempo-

rales (60%), si bien el acceso definitivo es la fístula arteriovenosa en el 81% de los casos<sup>3</sup>.

La utilización de CVC como AV definitivo para HD no debe considerarse como primera opción, ya que existen otros accesos que ofrecen mejores resultados y menor grado de complicaciones<sup>4-8</sup>. Por lo tanto, deberán ser utilizados sólo en aquellos pacientes en los que no sea posible el uso de una FAVI

o prótesis arteriovenosa, ya sea por imposibilidad de creación (por ausencia de arterias con un flujo adecuado) o en espera de desarrollo adecuado, en pacientes con contraindicación para diálisis peritoneal, ante un fracaso renal agudo, a la espera de un trasplante renal o en aquellos que, por circunstancias especiales (enfermedad maligna, estado cardiovascular), deseen o sea necesario dicho acceso<sup>9</sup>.

## 6.2. SELECCIÓN DEL CATÉTER

**NORMAS DE ACTUACIÓN**

6.2.1. Los catéteres no tunelizados se asocian con mayores tasas de complicaciones, por lo que su uso se reservará para períodos de tiempo previstos inferiores a tres semanas.

*Evidencia B*

6.2.2. La longitud será la menor posible, para maximizar el flujo obtenido. Se recomiendan tramos intravasculares de 15 cm en yugular derecha, 20 cm en yugular izquierda, y de 20 a 25 cm en femorales.

*Evidencia B*

6.2.3. El calibre será suficiente para garantizar un flujo adecuado para la HD. En catéteres de doble luz para adultos se recomiendan 11 o 12 F para no tunelizados y de 13 a 15 F para tunelizados.

*Evidencia B*

**RAZONAMIENTO**

Existen discrepancias en la literatura a la hora de clasificar los CVC para HD. Se recomienda clasificarlos en no tunelizados (para un uso inferior a 3-4 semanas) y tunelizados cuando se pretenda una utilización mayor de cuatro semanas. La razón de esta división se basa en el hallazgo de un mayor número de complicaciones infecciosas en los catéteres no tunelizados<sup>10,11</sup>, por lo que estos catéteres se reservan para pacientes que necesiten HD por fracaso renal agudo en los que sea previsible una utilización inferior a tres semanas, período a partir del cual aumenta la incidencia de infecciones<sup>12</sup>.

Los CVC no tunelizados suelen ser semirrígidos, de poliuretano, oscilando su longitud entre 15 y 25 cm. Su forma es recta, con extensiones rectas o curvadas según la vena a canalizar (curvadas para yugular y subclavia y rectas en femoral). El CVC para implantación en femoral debe tener un mínimo de 19 cm de longitud para evitar recirculación y problemas de flujo. Tienen la ventaja de que pueden ser colocados en la cama del paciente y ser utilizados de forma inmediata. Los CVC tunelizados suelen ser de silicona y de poliuretano o de copolímeros (carbotano), con longitud variable según la vena a canalizar y el tipo de catéter. Suelen llevar un ro-

dete de dacron o poliéster en su parte extravascular que tiene como objeto provocar fibrosis para impedir el paso de agentes infecciosos y actuar como anclaje. Deben ser colocados en salas especiales (quirófano, sala de radiología, etc.), y aunque pueden ser usados inmediatamente, parece prudente esperar 24-48 horas antes de su uso<sup>13,14</sup>.

Existen otros catéteres de polietileno o teflón, pero no suelen ser utilizados actualmente. El material utilizado para la fabricación de los catéteres es importante, ya que existen determinadas soluciones antibióticas o antisépticas que se usan habitualmente y que son incompatibles con el mismo. El alcohol, el polietilenglicol que contiene la crema de mupirocina o la povidona iodada interfieren con el poliuretano y pueden romper el catéter. La povidona iodada también interfiere con la silicona, produciendo su degradación y rotura<sup>16</sup>.

La longitud del catéter varía según la vena a canalizar y se acepta generalmente una longitud de 15 cm para catéteres en yugular interna derecha, de 20 cm para yugular interna izquierda y de 20 a 24 cm en vena femoral. El diámetro externo del catéter oscila entre 11 y 14 French. La porción extravascular en los tunelizados suele ser de unos 8 a 10 cm<sup>15</sup>. La longitud total excesiva reduce los flujos, y por tanto, la calidad de la diálisis.

El diseño de los catéteres puede ser con ambas luces simétricas (en doble D o en doble O, también llamado cañón de escopeta). También existen diseños con la luz arterial circular y la venosa en semiluna. Las luces de sección circular tienen la ventaja de no colapsarse en los acodamientos o ante presiones muy negativas. Como desventaja, el calibre interno suele ser menor para un mismo calibre externo. La mejora de los materiales modernos (poliuretano, copolímeros, etc.) ha mejorado los calibres internos y, por tanto, los flujos obtenidos sin aumentar el calibre externo. Los diseños precurvados minimizan el riesgo de acodamientos, pero implican una colocación de la punta a una distancia fija de la curva que rodea la clavícula, y por tanto pueden no ser adecuados para pacientes con talla no estándar.

Los nuevos copolímeros pudieran ser materiales menos trombogénicos, pero no disponemos de estudios aleatorizados al respecto.

Otras características del diseño son el orificio lateral del extremo arterial, cuya utilidad es muy debatida, la distancia entre orificios arterial y venoso, que debe ser superior a 2,5 cm para evitar recirculación, y el diseño y material de las extensiones y conexiones, que deben ser muy resistentes para evitar roturas que suelen suponer la necesidad de cambiar el catéter. Existen catéteres impregnados en sulfadiazina, que parecen infectarse menos, pero tienen más reacciones cutáneas. No existen evidencias que apoyen su uso rutinario (véase capítulo 6.10).

De cualquier forma, los estudios comparativos de diferentes tipos de catéteres<sup>17-20</sup> no han logrado demostrar diferencias significativas, por lo que la hipertensión arterial o la diabetes son factores predictores mucho más importantes que el material y el diseño, sobre la función y duración de un catéter.

### 6.3. INSERCIÓN DEL CATÉTER

La inserción de un catéter vascular para hemodiálisis es una técnica no exenta de riesgos. La frecuen-

cia de aparición de complicaciones es muy variable entre distintas unidades, dependiendo sobre todo de la experiencia y en menor grado de las condiciones del entorno en el que se implanta el catéter.

#### NORMAS DE ACTUACIÓN

6.3.1. Los catéteres han de ser implantados por personal facultativo familiarizado con la técnica.

*Evidencia B*

6.3.2. Los CVC han de ser colocados en condiciones asépticas. Los CVC tunelizados han de ser colocados en una sala con control de imagen.

*Evidencia B*

6.3.3. La primera elección en la localización de un CVC tunelizado es la vena yugular interna derecha.

*Evidencia A*

6.3.4. En los pacientes que vayan a necesitar un AV permanente se evitará canalizar las venas subclavias.

*Evidencia B*

6.3.5. Si existe un AV en fase de maduración han de evitarse los catéteres en las venas yugulares o subclavias ipsilaterales.

*Evidencia B*

6.3.6. Los CVC para HD han de colocarse inmediatamente antes de su utilización y retirarse en cuanto dejen de ser necesarios.

*Evidencia B*

6.3.7. La punta del CVC debe situarse en la entrada de la aurícula para los no tunelizados, y en la propia aurícula derecha en los tunelizados.

*Evidencia B*

#### RAZONAMIENTO

##### Personal

Los catéteres deben ser implantados por personal facultativo familiarizado con la técnica (nefrólogos, radiólogos vasculares o cirujanos) y que hayan demostrado suficiente experiencia. Algunos

autores cifran esta experiencia en al menos 50 cateterizaciones<sup>17-22</sup>. La utilización de técnicas guiadas por imagen en salas de radiología intervencionista aporta ventajas teóricas, aunque no existen series que demuestren una menor morbilidad asociada a su uso. Sin embargo, la progresiva implicación de los radiólogos en este campo<sup>23</sup> se ha traducido en buenos resultados, aunque li-

mitados a países en los que previamente los colocaban los cirujanos<sup>24-31</sup>. Estas series son casi siempre secuenciales y no aclaran totalmente si los mejores resultados se deben al personal, a los medios técnicos de control por imagen o a la mayor experiencia alcanzada.

### Lugar

Condicionado a menudo por la utilización de sistemas de imagen para control de la inserción, los CVC tunelizados se deben colocar en una sala con condiciones asépticas. La colocación de catéteres femorales en la propia cama del paciente debe evitarse siempre que sea posible, tanto por asepsia como por las dificultades técnicas derivadas de la poca rigidez del colchón y de la mala postura del médico que realiza la inserción. Se ha señalado que la utilización de salas de radiología intervencionista reduce las complicaciones, los costes y las estancias hospitalarias<sup>24-30</sup>.

### Localización

Las venas generalmente canalizadas son, por este orden, venas yugulares interna derecha e izquierda, venas yugulares externas, venas subclavias derecha e izquierda y venas femorales derecha e izquierda. Excepcionalmente se ha utilizado la vena cava inferior, vena safena y la arteria aorta por punción translumbar. La vena yugular interna es la vena elegida más frecuentemente debido a su fácil accesibilidad y al menor número de complicaciones. El segundo lugar de elección está sujeto a controversia y debe consensuarse en función de las características anatómicas y funcionales del paciente. En la ERC, la vena subclavia debe canalizarse sólo cuando las demás vías hayan sido agotadas, ya que se asocia con aumento de incidencia de estenosis<sup>13,14-22,32-35</sup>. En los casos en que se vaya a realizar un AV en un brazo concreto debe evitarse la utilización de las yugulares (y mucho menos la subclavia) de ese lado.

La flebografía previa es muy recomendable en los casos en que se hayan colocado catéteres o se hayan realizado AV previos<sup>24,32-34</sup>. Para evitar acodamientos del catéter en el caso de los CVC tunelizados y molestias al mover el cuello en el caso de los no tunelizados, es recomendable el abordaje de la yugular en su parte baja, por detrás del esternocleidomastoideo o por el hueco entre las inserciones esternal y clavicular de este músculo.

### Momento

Los CVC no tunelizados deben colocarse en el mismo día que vayan a ser utilizados para la HD<sup>25</sup>. Los CVC tunelizados pueden colocarse inmediatamente antes de ser utilizados, pero parece prudente hacerlo 24 a 48 horas antes<sup>13-18</sup>. Los catéteres de poliuretano utilizados inmediatamente tras su colocación presentan a menudo dificultades de alcanzar un flujo adecuado, que desaparecen espontáneamente a las 24 horas.

### Técnica

La técnica empleada suele ser similar en función de la vena a canalizar, aunque varía según el tipo de catéter a emplear. Una vez localizada e identificada la vena, y tras el empleo de antisépticos (clorhexidina al 0,5 a 2%, o povidona al 70%, dejándola actuar al menos 3 min), se anestesia la piel y el tejido circundante. Se inserta una aguja núm. 21 y una vez localizada la vena se introduce una guía metálica a través de la misma. En un paso posterior se retira la aguja, se introduce un dilatador y posteriormente el catéter a utilizar. Finalmente, tras comprobar el correcto funcionamiento del catéter, se fija a la piel con seda y se sella con heparina sódica según las recomendaciones del fabricante del catéter. La tunelización subcutánea se realiza desde el lugar de punción hasta el lugar de salida al exterior (generalmente en la parte anterior y superior del tórax si se trata de vena yugular o subclavia y en abdomen si se trata de femoral o cava inferior). La tunelización varía según el catéter utilizado, realizándose la tunelización previa a la inserción vascular en los catéteres de una sola pieza (la mayoría de los de doble luz), o posteriormente a la inserción del mismo en los que tienen extensiones que se montan *a posteriori*.

Debe evitarse la colocación de CVC ipsilaterales a donde se realizó recientemente un AV, ya que el riesgo de estenosis comprometerá el futuro desarrollo y funcionamiento del acceso<sup>13-23,34</sup>. Existen consideraciones especiales para determinados catéteres. En los CVC tunelizados se debe calcular y señalar la posición del orificio cutáneo antes de la inserción, con el paciente en bipedestación, para evitar la tracción del catéter por la caída ortostática del pliegue cutáneo que se produce en obesos<sup>36,37</sup>. La distancia del anillo de fijación interno a la piel debe ser de unos 2 cm para catéteres de poliuretano y 1 a 1,5 cm para los de silicona (más elásticos), teniendo en cuenta las longitudes del catéter para que la punta se sitúe en la unión de la cava superior con

la aurícula derecha, evitando que toque la válvula tricúspide. Las complicaciones arrítmicas e incluso de perforación cardíaca se han descrito con catéteres no tunelizados, generalmente de polietileno y

con punta aguda<sup>38-41</sup>. La salida cutánea del catéter debe ser craneocaudal<sup>42</sup>, preferiblemente en zonas paramediales, evitando la proximidad de las axilas para prevenir tracciones accidentales del catéter.

#### 6.4. CONTROL DE LA CATETERIZACIÓN

El empleo de técnicas de imagen (ecografía, fluoroscopia, etc.) es altamente recomendable. Nadie duda de que si se dispone de un apoyo de imagen debe ser utilizado, pero en muchos hospitales no es

fácil el acceso a estas técnicas, sobre todo por la premura con la que habitualmente se deben colocar los CVC para HD. Nos limitamos a señalar las evidencias de que actualmente se disponen, insistiendo en que el “efecto centro” es muy importante en estos temas<sup>26</sup>.

#### NORMAS DE ACTUACIÓN

6.4.1. El uso de la Ultrasonografía reduce las tasas de complicaciones asociadas a la punción venosa (RR de 0,22) y la de fracasos de la colocación.

*Evidencias C y A*

6.4.2. La posición de la punta del catéter debe ser comprobada por fluoroscopia o radiografía en los casos en que se aprecie disfunción del catéter durante su uso. La recolocación no debe diferirse, por lo que el control radiológico debe ser precoz.

*Evidencias A y B*

6.4.3. La realización de una radiografía de tórax tras la colocación de catéteres no tunelizados es aconsejable aunque no se sospechen complicaciones o malposición.

*Evidencia A*

#### RAZONAMIENTO

##### Eco-Doppler

Algunos autores han demostrado un 27% de variaciones anatómicas de la vena yugular interna respecto a la arteria carótida<sup>43</sup> y otros han reflejado la ausencia o la trombosis total de la vena yugular interna en el 18% de los pacientes en diálisis cuando han sido examinados con ultrasonidos<sup>13</sup>. Tras los resultados de un metaanálisis que demuestran una reducción considerable del número de complicaciones con la utilización de ultrasonografía frente a otras técnicas (riesgo relativo 0,22), parece recomendable la utilización de eco-Doppler para la identificación en tiempo real de las venas a cateterizar con el objeto de minimizar las complicaciones derivadas de la punción<sup>44</sup>.

##### Fluoroscopia

En el caso de implantar un catéter tunelizado es conveniente realizar un control fluoroscópico para

comprobar la localización de la punta del catéter: en el caso de catéteres no tunelizados se recomienda en la unión de la aurícula derecha y la vena cava superior y en tunelizados en aurícula derecha. Es necesario comprobar su correcta ubicación en inspiración forzada, ya que en determinados pacientes dicha posición puede variar y ser una causa de disfunción del catéter. Cuando son dos los catéteres (Tesio, Twin), la punta del catéter venoso debe estar situada en la aurícula derecha y la del catéter arterial en la unión de la vena cava superior con la aurícula derecha dejando entre los extremos de los catéteres una distancia de 4 cm para evitar recirculación<sup>13,17-20</sup>. Algún autor recomienda en pacientes obesos o con grandes mamas la colocación de ambas puntas del catéter en aurícula derecha<sup>20</sup>. La colocación del catéter arterial en vena cava inferior junto a la salida de la suprahepática es una opción interesante en pacientes obesos o broncópatas, para asegurar un mejor flujo. Cuando se emplean catéteres no tunelizados la correcta ubicación de la punta del catéter es en la vena cava superior, ya que, de-

bido al material con el que están fabricados y que les confiere una gran rigidez, pueden perforar la aurícula<sup>13</sup>.

### **Radiografía de tórax postinserción**

En todos los casos en los que se canalicen venas subclavias o yugulares es conveniente realizar una

radiografía de tórax para descartar complicaciones y comprobar la correcta ubicación del catéter. Sin embargo, si la utilización para diálisis es inmediata, los flujos y presiones son adecuados y la inserción cursó sin complicaciones clínicas, no es imprescindible el control radiológico previo. En los casos de catéter tunelizado, el control de la posición de la punta antes de que el anillo de dacron cicatrice permite movilizar el catéter y que se fije en una nueva posición.

## 6.5. MANIPULACIÓN

**NORMAS DE ACTUACIÓN**

6.5.1. Los catéteres vasculares para hemodiálisis únicamente deben ser usados para realizar las sesiones de hemodiálisis.

*Evidencia B*

6.5.2. Las conexiones y desconexiones deberán ser realizadas únicamente por personal especializado de las unidades de diálisis.

*Evidencia B*

6.5.3. Las maniobras de conexión y desconexión se realizarán bajo medidas universales de asepsia.

*Evidencia A*

6.5.4. Los cuidados de la piel junto al catéter son esenciales. No se recomiendan los antisépticos alcohólicos, ni las pomadas, ni los apósitos no transpirables.

*Evidencia B*

6.5.5. El sellado de las luces del catéter entre dos sesiones de diálisis se hace habitualmente con heparina, que se extrae al comienzo de cada diálisis. Otros agentes como el citrato, la poligelina o la urokinasa son igualmente efectivos, pero mucho más caros.

*Evidencia B*

**RAZONAMIENTO**

Los CVC para HD a veces son la única opción para dializar a un paciente, y en cualquier caso condicionan la supervivencia del mismo. Por ello no deben ser manipulados por personal no especializado ni se deben utilizar para nada diferente a las conexiones al circuito de hemodiálisis. La asepsia es esencial, ya que su infección supone habitualmente la retirada y sustitución del catéter en un paciente con vías de acceso limitadas.

El punto de inserción cutáneo o en su caso el túnel subcutáneo debe revisarse en cada diálisis buscando puntos de dolor, inflamación o supuración. Son útiles los apósitos transparentes para evitar las curas innecesarias.

Se debe recomendar al paciente que notifique al personal sanitario encargado de su cuidado cual-

quier cambio en el punto de inserción del catéter o nuevas molestias.

Los registros de enfermería deben incluir el nombre del profesional que colocó el catéter, la fecha y hora de inserción y cualquier reemplazo y manipulación efectuada en el mismo, en un lugar visible de la historia clínica o registro de enfermería.

Para la manipulación de las conexiones, conexión al circuito de diálisis y sellado del catéter al final de la misma, se recomienda efectuar un lavado higiénico de las manos y utilizar campo y guantes estériles. Tanto el paciente como el personal usarán mascarilla. Es conveniente utilizar un doble apósito, para el orificio de salida cutáneo, y para los extremos del catéter, pinzas y taponos. Se considera que los apósitos de los catéteres no tunelizados deberían cambiarse cada dos días si son de gasa, y cada semana si son transparentes transpirables (hay que evitar al

máximo el contacto con el lugar de inserción del catéter cuando se recambie el apósito).

En los catéteres tunelizados, el orificio de salida debe curarse una vez por semana evitando lesionar la piel con curas excesivas, y cubrirse con un apósito que evite la maceración de la piel. Los extremos del catéter deben cubrirse con un apósito diferente, acolchado para evitar tracciones.

La cura cutánea se realizará una vez iniciada la sesión de diálisis, utilizando un nuevo par de guantes estériles.

Como antiséptico es recomendable la clorhexidina al 2%<sup>45</sup>; ya que la povidona yodada necesita al menos tres minutos para ejercer su acción<sup>46</sup>, es bacteriostática al igual que el alcohol y ha demostrado que puede ser perjudicial para el catéter, llegando incluso a corroer el mismo hasta su rotura<sup>13,15</sup>. El uso de mupirocina intranasal ha disminuido el número de infecciones en portadores nasales, pero se han desarrollado resistencias, por lo que su uso es motivo de controversia<sup>47,48</sup>.

Pueden usarse indistintamente apósitos transparentes semipermeables estériles o gasas estériles, recomendándose estas últimas para aquellos casos en los que el punto de inserción rezume sangre o en los casos en que el paciente sude profusamente. Debe cambiarse el apósito cuando se humedezca, suelte o ensucie. Se recomienda recambiar el apósito con más frecuencia en aquellos pacientes que suden profusamente.

No es conveniente sumergir el catéter bajo el agua. Está permitido ducharse siempre y cuando se tomen las medidas adecuadas para disminuir el riesgo de entrada de microorganismos en el catéter (se recomienda proteger el catéter y conexión con un recubrimiento impermeable durante la ducha). Existen experiencias limitadas a pacientes seleccionados a los que se permite el baño en el mar o en piscina, seguido de una limpieza y secado cuidadosos de la piel y colocación de un nuevo apósito. Lógicamente deben ser pacientes capaces de realizar el cambio de apósito y la cura correspondiente.

No se deben aplicar solventes orgánicos (acetona o éter) en la piel para el cambio de apósitos ni colocar tiras autoadhesivas estériles en el punto cutáneo de inserción. Los dispositivos de fijación del catéter contra tracciones del mismo (puntos, apósitos, etc.) deben estar colocados lo más lejos posible del punto de inserción. No se recomienda el uso de pomadas antibióticas tópicas en el punto de inserción.

La conexión y desconexión del catéter al circuito de diálisis debe ser una maniobra estéril. El personal de diálisis y el paciente deben utilizar mascarilla, y el personal guantes estériles en cada manipulación. Los extremos de las líneas de diálisis no

deben perder la esterilidad durante el cebado, ya que deben ser manipulados por una enfermera que simultáneamente maneja las conexiones del catéter.

Una vez conectado el catéter a las líneas, se cubrirán las conexiones con una gasa estéril. No está demostrada la utilidad de impregnar esa gasa con antisépticos.

La formación de trombos y depósitos de fibrina dentro del catéter vascular se ha asociado con un aumento de la tasa de infecciones relacionadas con dichos dispositivos. El sellado de la luz (o luces) de un catéter vascular hasta su próxima utilización se efectuará con una dilución de heparina no fraccionada al 1%, tanto para mantener su permeabilidad como para reducir el riesgo de infección. El vial utilizado no se compartirá con otro paciente. La concentración de heparina efectiva para un sellado es de 20 U/ml. Si no se dispone de viales monodosis de esta concentración, se suelen utilizar las preparaciones comerciales de 1.000 U/ml sin diluir, para minimizar la manipulación. En estos casos hay que evitar que una parte de la dosis entre en la circulación sistémica no inyectando cantidades superiores al volumen de sellado del catéter.

Se pueden preparar en mesa aparte las jeringas para el sellado de los catéteres de varios pacientes del mismo turno de hemodiálisis, usando un vial nuevo de heparina al 1%, que se puede diluir en suero salino (1 ml de heparina en 9 ml de salino) en jeringas individuales para cada paciente.

El citrato a bajas concentraciones se ha propuesto como solución de sellado, por sus propiedades anticoagulantes y antimicrobianas. Pero aún está vigente un aviso de la FDA de abril de 2000 en que se alerta de paradas cardíacas por bolus de citrato próximos al corazón. La falta de estudios de seguridad ha supuesto la comercialización del citrato para sellado de catéteres como producto sanitario y no como fármaco. Una vez superado este escollo deberá demostrar una superioridad frente a la heparina que justifique su mayor precio.

La poligelina se ha demostrado igualmente eficaz que la heparina o el citrato (hubiera sido bueno incluir en los estudios un grupo con solución salina isotónica), pero su mayor precio y efectos adversos hacen que no se utilice.

No existen evidencias a favor del uso rutinario de soluciones antimicrobianas para el sellado de los catéteres como prevención de la bacteriemia relacionada con los mismos. Esta medida preventiva debe aplicarse únicamente en casos especiales (catéteres de larga duración con múltiples episodios de bacteriemia por catéter pese a haber seguido todas las técnicas de asepsia).

En los pacientes en HD se aconseja el empleo de tapones de un sólo uso, con rosca de seguridad (Luer-Lock). Las pinzas no garantizan la seguridad del catéter. El empleo de soluciones desinfectantes para reutilizar los tapones sólo es aceptable si se utiliza un recipiente para cada paciente, sin intercambiar tapones entre diferentes pacientes, con solución nueva en cada utilización y comprobando que los tapones se han secado sobre una gasa estéril antes de su nueva colocación.

El uso de antiagregación plaquetaria o de anticoagulación de forma rutinaria en pacientes por-

tadores de catéteres tunelizados para hemodiálisis ha sido muy debatido<sup>49</sup>. Las escasas series aleatorizadas no demuestran la utilidad de la anticoagulación<sup>50,51</sup> ni de la antiagregación<sup>51</sup>. Teniendo en cuenta que el riesgo de sangrado se multiplica por tres en pacientes renales bajo terapia antiagregante<sup>52</sup>, no parece aconsejable el uso de antiagregantes o anticoagulantes de forma rutinaria en pacientes con catéteres, salvo cuando exista una indicación por otro motivo diferente.

## 6.6. SUSTITUCIÓN

### **NORMAS DE ACTUACIÓN**

6.6.1. La sustitución rutinaria de los catéteres no tunelizados no previene las infecciones del catéter ni del orificio cutáneo.

*Evidencia A*

6.6.2. Los catéteres no tunelizados en femorales han de ser retirados antes de los 7 días. No es recomendable el cambio con guía metálica en el mismo punto.

*Evidencia A*

### **RAZONAMIENTO**

Los CVC para HD deben retirarse tan pronto como cese su indicación clínica. No se ha demostrado que la sustitución rutinaria de los catéteres tunelizados prevenga las infecciones relacionadas con dichos catéteres.

Los catéteres no tunelizados colocados en una situación de emergencia en la que no se garanticen las medidas asépticas de colocación deben ser reemplazados lo antes posible, y nunca más tarde de 48 horas.

Los catéteres no tunelizados en posición femoral deben cambiarse antes de siete días. Es preferible cambiar de punto de acceso, pero pueden ser sustituidos en el mismo punto mediante guía metálica, siempre que no haya signos de infección, si el riesgo de insertarlo en una nueva localización es inaceptablemente alto (por obesidad, coagulopatía, etc.).

No debe utilizarse una guía metálica para sustituir un catéter intravascular cuando hay evidencia de infección asociada al mismo. Si el paciente requiere el mantenimiento de un acceso vascular, hay que retirar el catéter e insertar uno nuevo en distinta localización.

## 6.7. SEGUIMIENTO

### NORMAS DE ACTUACIÓN

6.7.1. El seguimiento clínico del catéter se realizará en cada sesión de diálisis. Deberá constar en los registros de enfermería.

*Evidencia B*

6.7.2. La inversión de las vías arterial y venosa aumenta la recirculación y reduce la eficacia de la diálisis.

*Evidencia B*

6.7.3. El seguimiento funcional en cada sesión se refiere al registro de las presiones y flujos aparentes.

*Evidencia C*

6.7.4. El seguimiento funcional periódico consiste en la evolución del Kt/V y determinaciones opcionales de recirculación o mediciones de flujo real mediante ultrasonografía o técnicas de dilución.

*Evidencia A*

6.7.5. No se recomiendan los cultivos rutinarios en ausencia de signos infecciosos.

*Evidencia B*

### RAZONAMIENTO

La función de los CVC para HD es proporcionar un acceso al torrente circulatorio que permita una diálisis eficaz con el menor número de complicaciones. El seguimiento de los mismos tiene por objeto detectar cuanto antes las posibles complicaciones, y en este sentido caben destacar el seguimiento clínico y el funcional.

El seguimiento clínico debe basarse en la búsqueda de síntomas o signos físicos que hagan sospechar una infección (fiebre, signos inflamatorios en orificio de salida o en el túnel) y que deben ser investigados en cada sesión de diálisis<sup>53</sup>, edema en miembros superiores o cara que nos hagan sospechar una trombosis de venas centrales<sup>30,54</sup>, dolor a nivel del hombro o cuello (signo del pellizco) que puede indicarnos rotura del catéter o cambios bruscos en la situación clínica del enfermo que sugeriría una complicación grave<sup>21</sup>.

El seguimiento funcional tiene como finalidad la detección de alteraciones que impidan la realiza-

ción de una diálisis eficaz. En este sentido se valorará el flujo sanguíneo por medios volumétricos ya que a diferentes presiones el flujo medido por bomba puede sobrestimar el flujo real hasta un 8,5% y cuando la presión negativa prebomba aumenta de 200 mmHg el flujo puede sobrestimarse medido por ultrasonido entre un 20 y 30%<sup>13</sup>. El flujo recomendado es mayor de 300 ml/min. La presencia de recirculación es prácticamente mínima en catéteres colocados en venas yugular y subclavia (no existe recirculación cardiopulmonar como en las FAVI), por lo que cualquier recirculación mayor del 5-10% es sugestiva de alteraciones en el catéter: cambio de posición de la punta, coágulo en la luz o regurgitación tricuspídea<sup>55</sup>. La determinación de Kt/V resulta imprescindible para conocer el grado de diálisis necesaria para la normalización de la situación clínica del paciente. Cualquier cambio en el Kt/V deberá tenerse en cuenta, ya que puede ser consecuencia de un déficit funcional del catéter o ser consecuencia de cambios en la situación del paciente.

## 6.8. COMPLICACIONES

**NORMAS DE ACTUACIÓN**

6.8.1. Las complicaciones precoces derivan de la técnica de punción o de la malposición de la punta y dependen fundamentalmente de la experiencia del equipo.

*Evidencia A*

6.8.2. Las complicaciones tardías más frecuentes son las estenosis venosas, las trombosis y las infecciones del catéter.

*Evidencia C*

6.8.3. Las roturas o desconexiones accidentales o voluntarias del catéter pueden cursar con pérdida hemática o con entrada de aire al torrente vascular, dependiendo de la localización del catéter.

*Evidencia C*

**RAZONAMIENTO**

Las complicaciones surgidas tras la implantación de un CVC para HD pueden clasificarse en agudas o precoces (inmediatas a la implantación y que surgen en las primeras horas) y tardías.

Las complicaciones precoces son infrecuentes<sup>21-23,28,38-41</sup> y están relacionadas con la punción venosa o con la inserción, habiendo sido descritas un número considerable de ellas: hematoma, punción arterial, neumotórax, neumomediastino, taponamiento pericárdico, rotura cardíaca, hematoma retroperitoneal, embolismo aéreo, arritmias cardíacas, parálisis del nervio recurrente laríngeo, pseudoaneurisma de carótida o femoral, embolismo del catéter, rotura del catéter, reacciones a la anestesia local, reacciones vagales, etc. Dichas complicaciones varían en función de la vena a canalizar, la experiencia del médico, la utilización o no de ultrasonidos y también de la condición del paciente<sup>13,22,30</sup>. No es de extrañar la distinta incidencia en las diferentes series. Se ha propuesto un sistema de estandarización de las complicaciones, con el fin de alertar sobre la incidencia de las mismas y tomar las medidas necesarias para corregirlas. Se proponen tasas referidas a 1.000 sesiones de diálisis como mejor forma de estandarizar las incidencias<sup>56</sup>. Conviene mantener una vigilancia estricta tras las primeras

horas postpunción para tratar de identificarlas y proceder al tratamiento correspondiente de forma inmediata, ya que pueden ser potencialmente mortales. Un error frecuente es el de comprimir el orificio de salida cutáneo cuando se produce salida de sangre por él tras la inserción. El punto a comprimir es la zona de punción venosa, en fosa supraclavicular, aunque lo más efectivo es evitar el decúbito manteniendo al paciente sentado para reducir la presión venosa en la yugular. Una infusión de desmopresina (0,3 µg/kg en 20 minutos) puede mejorar la hemostasia el tiempo suficiente para que se controle el sangrado postinserción.

Las complicaciones tardías suelen estar en relación con el cuidado y función del catéter y diferirse en el tiempo desde la inserción del mismo. No suelen ser tan graves como las agudas, pero una de sus consecuencias es la retirada del catéter y por tanto la pérdida de un acceso para diálisis. La estenosis de vena yugular es menos frecuente que en subclavia y generalmente asociada a la utilización de catéteres no tunelizados<sup>32,33</sup>. Aunque suelen ser asintomáticas, en ocasiones cursan con edema del miembro superior ipsilateral y pueden comprometer el futuro desarrollo de un AV en ese miembro. Su tratamiento consiste en angioplastia (el uso de endoprótesis es objeto de debate) en el caso de venas elásticas. Otras complicaciones tardías a reseñar son

el hemotórax o hemopericardio por erosión de la pared vascular debido a un mal posicionamiento prolongado del catéter, oftalmoplejía y exoftalmos, hipertensión intracraneal, aumento unilateral de la mama, sangrado de varices esofágicas, rotura de la luz del catéter, embolizaciones o migración del catéter. Las roturas o desconexiones accidentales o voluntarias del catéter o sus tapones suelen producir embolias gaseosas y rara vez hemorragias (en los catéteres con punta intratorácica). Las pinzas de las

extensiones no garantizan el cierre, por lo que los tapones deben ser de seguridad (con rosca). Debe evitarse que las pinzas actúen sobre la misma zona repetidamente para que no rompan las extensiones. Algunos equipos dejan habitualmente las pinzas abiertas por esta razón, utilizándolas sólo para las maniobras de conexión a diálisis.

Las complicaciones tardías más frecuentes son, sin embargo, las trombóticas y las infecciosas, que se detallan en los apartados siguientes.

## 6.9. DISFUNCIÓN

**NORMAS DE ACTUACIÓN**

6.9.1. La disfunción de un CVC se define como la imposibilidad de obtener o mantener un flujo de sangre extracorpóreo adecuado ( $Q_b < 250$  ml/min) para realizar una sesión de diálisis.

*Evidencia B*

6.9.2. La disfunción precoz se debe a acodamiento del catéter o malposición de la punta, y la tardía a trombosis intraluminal o pericatóter.

*Evidencia C*

6.9.3. Los CVC no tunelizados con disfunción que no se resuelve con lavados con jeringa deben ser sustituidos mediante una guía (en ausencia de signos de infección). La fibrinólisis de un catéter no tunelizado es más cara que un nuevo catéter, y tiene más riesgo de sangrado, por lo que debe evitarse.

*Evidencia C*

6.9.4. La trombosis de un CVC tunelizado puede ser tratada con: lavados enérgicos con suero fisiológico, terapia fibrinolítica intraluminal o sistémica, terapia mecánica intraluminal, ordeño pericatóter con un lazo y cambio de catéter.

*Evidencia B*

**RAZONAMIENTO**

La supervivencia de los CVC para HD de mantenimiento ha cambiado notablemente. Diversas series comunican una supervivencia entre el 52 y 93% al año, inferior a fístulas autólogas, aunque se ha comunicado una supervivencia de la FAVI en diabéticos inferior al 30% al año<sup>57</sup>. Las causas más importantes que influyen en la retirada del catéter son la disfunción y las infecciones. Se estima que el porcentaje de retirada de catéter por disfunción oscila entre un 4 y 28%<sup>18</sup>.

Se define disfunción del catéter como la incapacidad en obtener o mantener un flujo de sangre extracorpóreo adecuado para realizar una sesión de diálisis sin que se prolongue demasiado. Las guías DOQI establecieron como valor la cifra no inferior a 300 ml/min<sup>58</sup>; sin embargo, en ocasiones puede ser difícil alcanzar esta cifra, por lo que el límite de 250 ml/min parece más realista y permite una diálisis

adecuada ajustando el tiempo de las sesiones. El flujo debe ajustarse a la cifra de hematocrito del paciente, así como al grado de viscosidad de la sangre (discrasias). Las causas de disfunción pueden clasificarse en tempranas o tardías.

La disfunción temprana ocurre la primera vez que se realiza diálisis a través del catéter. Suele estar íntimamente relacionada con el proceso de inserción, en concreto con mala posición de la punta o con acodamiento del mismo (*kinking*).

La malposición de la punta del catéter sucede cuando se sitúa en vena cava superior, o la luz arterial no esta colocada medialmente en la vena cava o aurícula derecha. Sucede a menudo en obesos, donde el cambio de posición de decúbito a bipedestación hace que la punta se desplace desde aurícula a vena cava<sup>13,20,36,37,54</sup>. La solución es recolocar el catéter con control fluoroscópico.

El acodamiento se produce en el momento de realizar la tunelización. Si al finalizar la inserción del

catéter se comprueba falta de flujo o resistencia al aspirado con una jeringa, lo adecuado es introducir una guía metálica y recolocar el catéter<sup>31,54</sup>. Es recomendable que la curva principal del catéter se apoye en la clavícula.

La disfunción tardía es debida generalmente a trombosis. Su presencia, ya sea intraluminal o por la formación de una vaina de fibrina, supone el 40% de la disfunción de los catéteres<sup>54</sup>. Su tiempo de aparición oscila entre los 73 y 84 días<sup>30,54</sup>. Las trombosis se clasifican en extrínsecas e intrínsecas<sup>59</sup>.

Las trombosis extrínsecas son secundarias a la formación de un trombo mural que puede ubicarse en vena cava superior o aurícula derecha. Suelen ser graves, ya que precisan de anticoagulación sistémica y retirada del catéter<sup>13,59</sup>.

Las trombosis intrínsecas suelen ser la causa de déficit de flujo a través del catéter. Se dividen en función de la colocación del trombo en: 1) intraluminal, en general debida a una deficiente heparinización o al cierre incorrecto de los catéteres, 2) en la punta del catéter, debido generalmente a que los orificios de la punta no retienen la heparina y se forma el trombo y 3) la formación de vaina de fibrina pericatóter, siendo la forma más frecuente de trombosis en los catéteres tunelizados.

El diagnóstico suele realizarse con una radiografía de tórax y venografía a través del catéter, o desde el miembro superior ipsilateral si se trata de vena yugular o subclavia, o desde el miembro inferior si son venas femorales.

Tras detectar la disfunción hay que identificar rápidamente el problema y debe ser tratada inmediatamente, ya que retrasar la solución predispone al paciente a una inadecuada diálisis y una mayor manipulación que se traduce en un aumento del riesgo de infección<sup>59</sup>.

Ante una disfunción del CVC para HD deben aplicarse las siguientes medidas:

1. *Lavados enérgicos con suero fisiológico.* Se debe emplear una jeringuilla de 10 ml. Si tras 3 intentos no se soluciona el problema y persiste el déficit de flujo a la aspiración debe instaurarse una terapia fibrinolítica<sup>59</sup>.

2. *Terapia fibrinolítica intraluminal* (Anexo 1). La aplicación de urokinasa o activador tisular del plasminógeno resuelve el 74-95% de los casos<sup>10,54</sup>. Se usa en forma de sellado de ambas luces (aunque la disfunción sea de una sola luz), durante unos 15 minutos. Si se ha podido realizar la diálisis, es aconsejable dejar un sellado con Urokinasa hasta la siguiente sesión. Es importante aspirar el contenido de

---

#### Anexo 1. Protocolo de administración intraluminal de urokinasa

---

1. Intentar aspirar a través de la luz ocluida con una jeringuilla estéril para tratar de remover la heparina.
  2. Inyectar 1 ml de urokinasa en la luz ocluida (5.000 U/ml).
  3. Completar el llenado de la luz del catéter con solución salina heparinizada.
  4. Esperar 15 minutos e intentar la aspiración del contenido de la luz del catéter.
  5. Si fuese necesario, repetir el proceso hasta 3 veces.
  6. Si se ha podido dializar pero la desobstrucción no es completa, rellenar el catéter con 40.000 U de Urokinasa en 1 ml, de forma similar a la descrita en el punto 2, cerrarlo y dejar actuar entre 12 y 48 horas, repitiendo la aspiración del contenido antes de la siguiente sesión de diálisis.
- 

las luces antes de iniciar la sesión de diálisis. Si esta medida no resulta eficaz en un máximo de tres sesiones, se pasa a la pauta de infusión sistémica.

3. *Terapia fibrinolítica sistémica.* (Anexos 2 y 3). Se suele infundir durante la diálisis (sustituyendo parcial o totalmente a la heparina) y las dosis de urokinasa oscilan entre 10.000 y 20.000 UI (baja dosis) y 250.000 UI (alta dosis). Esta terapia está contraindicada de manera absoluta en pacientes con sangrado activo o hemorragia intracraneal reciente (< 10 días), politraumatismo o hipertensión arterial no controlada. Existen además contraindicaciones relativas: trombo en corazón izquierdo, endocarditis, sepsis, embarazo, retinopatía hemorrágica, cirugía o biopsia reciente. Durante la infusión deben monitorizarse las constantes vitales cada 15 minutos por si surgiesen reacciones adversas<sup>60</sup>. Con esta pauta, se consiguen resoluciones del 81% tras la primera infusión y del 99% tras la tercera. También se ha utilizado factor activador del plasminógeno tisular (2,5 ml en 50 ml de salino en 3 horas de diálisis) con

---

#### Anexo 2. Protocolo de administración intraluminal de urokinasa

---

1. Se realiza del 4.º al 6.º día de no respuesta al sellado con urokinasa intraluminal.
  2. Inyectar 10.000 U de urokinasa disueltas en 5 ml de salino en cada luz del catéter (más de 12.000 U pasan a la circulación).
  3. Comenzar la diálisis sin aspirar la urokinasa. Se puede usar heparina, preferiblemente de bajo PM a dosis de 1/2 mg por kg de peso en una sola dosis. Si no se obtiene un flujo adecuado repetir la misma operación hasta 2 veces con intervalos de media hora durante la sesión de diálisis.
  4. Si no se obtiene respuesta satisfactoria, se puede repetir el protocolo con 20.000 UI de urokinasa en cada luz, o pasar al protocolo de urokinasa a altas dosis, o cambiar el catéter.
-

**Anexo 3.** Protocolo de administración sistémica de urokinasa a altas dosis

1. Se realiza a partir del 6.º día.
2. Disolver 250.000 U de urokinasa en 100 ml de salino e inyectarlo a través de una luz durante 30 minutos. Intentar iniciar la diálisis a continuación.
3. Si esta medida no permite un flujo eficaz para la diálisis se repetirá la misma dosis, que se administrará lentamente durante las horas de diálisis (no se usará heparina en esa sesión).
4. Debe repetirse la infusión de urokinasa en las dos siguientes sesiones de diálisis hasta que el flujo sea adecuado.
5. Se recomienda en aquellos pacientes que necesiten la aplicación de urokinasa a altas dosis en dos ocasiones la administración de anticoagulación con warfarina.

un 100% de respuestas inmediatas y un 67% a los 30 días<sup>61</sup>. Desde 1999 la urokinasa está retirada del mercado en EE.UU. a causa de su procedencia humana. No existen, por lo tanto, estudios comparativos recientes norteamericanos entre la urokinasa y el activador tisular del plasminógeno recombinante. En Europa se sigue usando la urokinasa porque su comparativo en precio, tasa de complicaciones y eficacia es similar o incluso mejor.

4. *Terapia mecánica.* Consiste en remover el trombo mediante una guía, un catéter de Fogarty o un cepillo de biopsia ureteral introducidos por su luz. No produce alteraciones sistémicas, pero es poco efectiva cuando la trombosis es secundaria a una vaina de fibrina<sup>59</sup>.

5. *Ordeño del catéter a través de un catéter de lazo insertado por vía femoral.* Responde en un 92-98% de los casos y sus resultados persisten entre 20-90 días<sup>54,59,62</sup>. Dado el elevado coste y el escaso grado de duración, no suele ser un método recomendado.

**Anexo 4.** Protocolo de administración de factor activador de plasminógeno

*PREPARACIÓN*

1. Viales de 50 mg.
2. Reconstruir el enzima en 25 ml, a una concentración de 2 mg/ml.
3. Preparar alícuotas de 1 ml y conservar a una temperatura de -70 °C.
4. Usar inmediatamente tras la descongelación.

*TÉCNICA DE USO*

1. Aspirar la luz para extraer la heparina.
2. Inyectar 1 ml (2 mg) en la luz ocluida.
3. Llenar el remanente con salino.
4. Esperar 15 min e inyectar 0,3 ml de salino para movilizar el enzima.
5. Repetir la misma acción tras otros 15 min.
6. Tras esperar 15 min aspirar el contenido del catéter.
7. Si tras esta maniobra no se restablece el flujo, se puede repetir de nuevo.
8. Si no resulta eficaz, es preferible cambiar el catéter.

6. *Cambio de catéter.* Se puede cambiar el catéter por el mismo orificio de salida y de venotomía con la ayuda de un catéter de Fogarty. Se debe tener en cuenta que es preciso retirar la vaina de fibrina que rodea al catéter, ya que de no hacerlo persistiría el mismo problema. Esta modalidad de tratamiento es más recomendada que el ordeño en el manejo de la disfunción del catéter que no responde a las medidas previas<sup>59</sup>. Para que el nuevo catéter se fije es conveniente romper la fibrina que sujetaba el antiguo anillo de dacron para que se adhiera el nuevo. A menudo es preferible hacer un nuevo túnel subcutáneo próximo al antiguo.

En cualquier caso, al no existir series comparativas aleatorizadas entre los diferentes sistemas de corregir la disfunción de los catéteres tunelizados, la experiencia de cada unidad es la que define el procedimiento a seguir.

**6.10. INFECCIONES**

La infección relacionada con el catéter es la complicación más frecuente y grave de los CVC. Suele ser la causa principal de retirada del catéter, pro-

duce una elevada morbilidad y aunque la mortalidad directa no sea alta supone la pérdida de un acceso vascular en pacientes que, en general, no tienen muchas más posibilidades de acceso para diálisis.

**NORMAS DE ACTUACIÓN**

6.10.1. El catéter debe ser retirado inmediatamente si existe shock séptico, bacteriemia con descompensación hemodinámica o tunelitis con fiebre.

*Evidencia B*

6.10.2. Ante la aparición de fiebre en un paciente portador de CVC deben extraerse hemocultivos de sangre periférica y de ambas ramas del catéter. Las extracciones deben ser simultáneas y cultivarse mediante técnicas cuantitativas si es posible.

*Evidencia B*

6.10.3. En los casos de infección grave o cuando no se retira el catéter, ha de iniciarse antibioterapia empírica a la espera de resultados microbiológicos.

*Evidencia B*

6.10.4. El tratamiento conservador sin retirada del catéter es aceptable en catéteres tunelizados infectados por microorganismos habituales. Ha de usarse antibioterapia sistémica asociada a sellado intraluminal del catéter con antibióticos adecuados. El sellado intraluminal con antibióticos no asociado a terapia sistémica no es efectivo.

*Evidencia B*

**RAZONAMIENTO**

La infección de los catéteres es la complicación más frecuente de los accesos vasculares. La incidencia de bacteriemia varía, siendo mayor en los no tunelizados (3,8-6,5 por cada 1.000 catéteres/día) que en los tunelizados (1,6-5,5 por cada 1.000 catéteres/día<sup>12,16,63-66</sup>). Según la localización es más frecuente en femoral que en yugular interna<sup>12,16</sup> y en ésta más que en subclavia<sup>16,65,66</sup>. Suele ser la causa principal de retirada del catéter y de diversas complicaciones asociadas como osteomielitis, endocarditis y muerte<sup>16,67</sup>.

Se definen tres tipos principales de infecciones asociadas a CVC para HD<sup>53</sup>:

1) Bacteriemia.

Aislamiento del mismo microorganismo en sangre y catéter por métodos semicuantitativo (= 15 unidades formadoras de colonias) o cuantitativo (= 1.000 unidades formadoras de colonias) en ausencia de otro foco infeccioso<sup>68</sup>.

2) Tunelitis o infección del túnel subcutáneo.

Presencia de signos inflamatorios y exudado purulento desde el dacron hasta el orificio de salida, asociado o no a bacteriemia.

3) Infección del orificio de salida de catéter.

Aparición de exudado purulento a través del orificio de salida no asociado a tunelitis y generalmente sin repercusión sistémica.

4) Colonización.

Cultivo por método semicuantitativo de = 15 unidades formadoras de colonias o = 1.000 por método cuantitativo (anexo 5)<sup>69,70</sup>.

El microorganismo más frecuentemente aislado es el estafilococo, hasta en un 82% de los casos, por lo que inicialmente el tratamiento inicial debe cubrir este agente etiológico a la espera de confirmación bacteriológica<sup>70-72</sup>. Recientemente se ha comunicado un aumento en la incidencia de bacteriemia por Gram negativos de hasta un 32-45%<sup>53,72</sup>.

El manejo de las infecciones varía en función de la gravedad de la infección, la necesidad de mantener el catéter y del tipo de catéter (tunelizado o no tunelizado)<sup>71</sup>.

**Recomendaciones generales de prevención de las infecciones asociadas a catéter**<sup>22,73</sup>

En la inserción y manipulación deben emplearse las medidas de asepsia recomendadas.

Son preferibles los catéteres en yugular que en femoral<sup>74</sup>. En el caso de catéteres transitorios en yugular hay que evitar utilizarlos durante períodos superiores a dos semanas (en femoral, menos de una semana). Se recomienda cambiar el catéter en la misma ubicación mediante una guía<sup>63,73</sup>, en ausencia de signos de infección.

No se debe utilizar profilaxis antimicrobiana sistémica ni intranasal para la inserción ni durante el uso de catéteres vasculares.

**Anexo 5. Definiciones de las infecciones relacionadas con el uso de los catéteres vasculares**

Colonización catéter	Crecimiento de microorganismos ya sea por cultivo cuantitativo o semicuantitativo de cualquier segmento del catéter (punta, conexión) sin que existan signos clínicos de infección en el punto de entrada ni signos clínicos de sepsis.
Flebitis	Induración o eritema con calor, dolor o inflamación alrededor del punto de entrada del catéter y, a veces, visible en el trayecto del mismo.
Infección del punto de entrada:	
– microbiológica	Signos locales de infección en el punto de inserción más crecimiento de microorganismo en el exudado de la zona con / sin hemocultivos positivos simultáneos.
– clínica	Eritema, inflamación con / sin induración en los 2 cm de trayecto que siguen al punto de inserción del catéter. Puede asociarse a otros signos y síntomas de infección como son fiebre o salida de material purulento en la zona de salida, con / sin bacteriemia asociada.
Infección del túnel	Inflamación, eritema y/o induración del trayecto tunelizado del catéter a más > 2 cm del punto de inserción con / sin bacteriemia asociada.
Infección del bolsillo	Fluido infectado en el bolsillo subcutáneo, asociado frecuentemente a eritema, inflamación y/o induración encima del bolsillo, ruptura y drenaje espontáneo, necrosis de la piel, con / sin bacteriemia asociada.
Bacteriemia o (funguemia) relacionada con catéter:	
– relacionada con infusión	Aislamiento del mismo microorganismo en la infusión y en hemocultivo percutáneo sin otra fuente de infección identificable.
– relacionada con catéter (tras retirada catéter)	Aislamiento del mismo microorganismo (especie y antibiograma) en hemocultivo periférico y cultivo semicuantitativo positivo (> 15 UFC por segmento de catéter) o cuantitativo (> 10 <sup>3</sup> UFC por segmento de catéter) de punta de catéter.
– relacionada con catéter (sin retirada catéter)	Sepsis sin otro foco evidente en la que se aísla, en hemocultivos cuantitativos simultáneos, una proporción > 5:1 en las muestras obtenidas a través del catéter respecto a la de venopunción o un tiempo diferencial > 120 minutos si ambas muestras se extraen de forma simultánea.
– probablemente relacionada con catéter.	En ausencia de cultivo de catéter, episodio de bacteriemia cuya sintomatología desaparece a las 48 horas de la retirada de la línea venosa y sin que exista otro foco evidente de infección.

No es recomendable el empleo rutinario de pomadas antisépticas ni antibióticas en el orificio de salida. Los catéteres impregnados con sulfadiazina parecen infectarse menos, pero tienen más reacciones cutáneas. No existen evidencias que apoyen su uso rutinario<sup>71,73,75</sup>.

Tampoco son de utilidad los cultivos rutinarios de piel ni del orificio cutáneo del catéter, por su bajo nivel predictivo positivo en ausencia de supuración<sup>70,72</sup>.

Los pacientes que se dializan de forma crónica a través de un catéter, y en especial los que han tenido infecciones previas por *Staphylococcus aureus*, han de ser evaluados para descartar la existencia de una colonización nasal por dicho microorganismo<sup>70,72</sup>.

Se han de implantar medidas de intervención para erradicar el estado de portador crónico de *Staphylococcus aureus* en los pacientes en HD crónica<sup>72,73,75</sup>.

Los antisépticos en base alcohólica cuartean la piel bajo el catéter, favoreciendo las infecciones. Un buen cuidado de la piel es prioritario sobre cualquier uso de antisépticos.

Cuando deje de ser necesario, el catéter debe retirarse.

Sólo deben cultivarse los catéteres retirados por sospecha de infección. En este caso los cultivos deben ser cuantitativos o semicuantitativos del extremo del catéter<sup>68-72</sup>.

El catéter para diálisis no deberá ser usado para administrar medicación o extraer muestras sanguíneas. Únicamente deberá manipularlo el personal de diálisis.

En los catéteres tunelizados no debe administrarse pomada antiséptica en el rodete de dacron, ya que no se ha demostrado disminuir la incidencia de infecciones y a menudo disminuye la adherencia. Si que es conveniente humedecerlo en solución salina antes de su inserción.

El sellado de las luces del catéter con soluciones antimicrobianas no debe usarse de forma rutinaria. Su precio es muy superior al de la heparina y no disponemos por el momento de estudios aleatorizados que apoyen su uso.

### Diagnóstico de la infección asociada a catéter<sup>69,70</sup>

La patogenia de la infección relacionada con el catéter puede ser variada: infección del punto de salida seguida de migración del microorganismo a lo largo de la superficie externa del catéter; contaminación de la luz del catéter, dando lugar a la colonización intraluminal del mismo; o infección por vía hematogena del catéter.

Los datos clínicos que presentan los pacientes con infección relacionada con los catéteres son poco útiles para el diagnóstico por su baja sensibilidad y especificidad. En un paciente portador de CVC, la presencia de signos y síntomas de infección sin foco de origen confirmado debe obligar a descartar el catéter como fuente de la misma. El hallazgo clínico más frecuente es la fiebre, que presenta una gran sensibilidad pero una especificidad muy baja. Por otra parte, la presencia de inflamación o exudado purulento alrededor del punto de entrada del catéter intravascular presenta una mayor especificidad, pero carece de sensibilidad.

Una vez se sospeche la infección relacionada con un catéter vascular debe evaluarse si existe o no bacteriemia asociada<sup>73,75</sup>. Ha de explorarse de forma pormenorizada el trayecto del catéter, de tal manera que si existen signos inflamatorios con o sin salida de material purulento en la zona de inserción del catéter, éste debe retirarse.

Ante un cuadro de fiebre y escalofríos en un paciente con un catéter central deben realizarse hemocultivos<sup>69,70,75</sup> simultáneos de sangre periférica y de cada luz del catéter. Han de cultivarse de forma cuantitativa (número de colonias 5 veces superior) o cualitativa (tiempo diferencial de crecimiento mayor de 120 min). La diferencia cualitativa o cuantitativa indica la procedencia de la infección. Los métodos cuantitativos tienen una especificidad próxima al 100% y una sensibilidad superior al 90%. Es importante que las extracciones sean simultáneas y que se incuben los mismos volúmenes de sangre<sup>69,72</sup>.

### Anexo 6. Metodología para la realización de los hemocultivos cuantitativos

**Método cuantitativo:** Informa del número exacto de bacterias o unidades formadoras de colonias (UFC) por ml de sangre sembrada. Se ha de obtener entre 1-3 ml de sangre a partir de la luz del/los catéter/es y se inocula en un tubo estéril específico (Diagnolab® Ref. 4960), previa desinfección del tapón. En cada tubo hay que especificar la procedencia de la sangre de cada una de las luces del catéter. Se han de extraer además 3 ml de sangre por venopunción, que se inocularán también en un tubo de los anteriormente mencionados. El traslado ha de ser inmediato al Servicio de Microbiología dentro del horario laboral; si no fuese posible, o durante la noche, se han de guardar los tubos en una nevera a 4 °C.

**Método cualitativo:** Informa en caso de su positividad de la etiología de la bacteriemia y puede compararse con los resultados del método cuantitativo. Se ha de realizar, de forma simultánea al método cuantitativo, la extracción de sangre por venopunción y su inoculación en frascos de hemocultivos estándares. Es significativo cuando existen diferencias mayores de 120 minutos en el crecimiento entre las muestras extraídas.

### Tratamiento de la infección asociada a catéter

#### 1) Retirada de los catéteres vasculares<sup>71,75-77</sup>.

Debe plantearse la retirada del catéter siempre que exista:

- Infección complicada.
- Tunelitis asociada a fiebre.
- Infección acompañada de shock séptico o bacteriemia no controlada en 48-72 horas.
- La presencia de fiebre de origen indeterminado no justifica la retirada sistemática del CVC en los pacientes en HD.

#### 2) Recambio de los catéteres vasculares

Cuando se decida cambiar un catéter (nunca de forma rutinaria), se procurará:

- Si es posible, el nuevo catéter debe colocarse en un lugar diferente al que ocupó el retirado<sup>74</sup>.
- Un catéter no debe cambiarse mediante guía si existe certeza de que dicho catéter está infectado<sup>74,76</sup>.
- Cuando se ha retirado un catéter por infección relacionada con el mismo puede reinsertarse un catéter no tunelizado si se ha iniciado un tratamiento antibiótico sistémico apropiado<sup>74,76</sup>.
- La reinserción de un catéter tunelizado se pospondrá hasta haberse establecido un tratamiento antibiótico apropiado, basado en el antibiograma y tras haber obtenido hemocultivos negativos de control. Si es posible, la colocación de un nuevo catéter o dispositivo se realizará al finalizar el tratamiento antibiótico y confirmar cultivos negativos tras 5-10 días de haber suspendido la antibioterapia<sup>66,74,76</sup>.
- Un catéter colocado mediante guía como sustitución de un catéter previo en la misma localización ha de retirarse si los cultivos del segmento distal del catéter previo muestran colonización del mismo<sup>66</sup>.
- En los pacientes en HD no está justificado proceder al recambio rutinario del CVC no tunelizado mediante una guía metálica con la intención de mejorar su función<sup>63,66,75</sup>.

#### 3) Tratamiento empírico de las infecciones relacionadas con los catéteres

- Si se ha retirado el catéter infectado, y no existen indicaciones de tratamiento empírico, debe demorarse el inicio del tratamiento hasta conocer el microorganismo causante de la infección.

A menudo no es necesario ningún tratamiento<sup>63,64,66</sup>.

- Está indicado el inicio de tratamiento empírico en caso de: sepsis grave y/o shock, inestabilidad clínica con fracaso orgánico, signos locales de infección supurada, neutropenia, inmunosupresión grave, cardiopatía valvular o prótesis endovasculares (valorar riesgo).
- Para iniciar un tratamiento empírico es importante conocer la incidencia local de microorganismos y su sensibilidad antibacteriana o antifúngica<sup>72,76</sup>.
- Estaría indicada como tratamiento empírico la utilización de antibióticos de amplio espectro (para bacterias Gram positivas y Gram negativas) como podría ser la asociación de un glucopéptido y un aminoglucósido o aztreonam<sup>72,73,75</sup>.

#### 4) Tratamiento etiológico de las infecciones relacionadas con los catéteres de tratamiento<sup>75-79</sup>

- La elección del tratamiento antimicrobiano específico se desarrolla en el anexo 7.
- Se recomienda iniciar el tratamiento por vía endovenosa y pasar a vía oral cuando se consiga la estabilidad clínica y la apirexia, siempre que existan alternativas con buena biodisponibilidad.
- No existen datos concluyentes respecto a la duración del tratamiento. Se acepta que ésta debe ser entre 7-10 días (máximo 15 días) cuando no existen complicaciones de la infección, la respuesta clínica es favorable y no existe valvulopatía ni material protésico susceptible de colonizarse a distancia.

#### *Estafilococos coagulasa negativos*

- En general, las infecciones producidas por estas bacterias no requieren tratamiento si se ha retirado el catéter, no existe otro material protésico y el paciente es inmunocompetente.
- Si se requiere tratamiento, éste puede iniciarse con un glucopéptido y cambiar a una penicilina semisintética si el microorganismo es sensible.
- Si un catéter no tunelizado infectado no se retira, debe administrarse antibiótico por vía sistémica durante 7-10 días asociado al sellado antimicrobiano del mismo.
- Si no se retira un catéter tunelizado, el paciente debe ser tratado por vía sistémica durante un mínimo de 7 días y con sellado antimicrobiano

**Anexo 7.** Antimicrobianos para el tratamiento etiológico de las infecciones relacionadas con los catéteres vasculares

Microorganismo	Terapia de elección	Terapia alternativa
Gram positivos:		
<i>S. aureus</i> Cloxa S	Cloxacilina	Cefazolina/Vancomicina
<i>S. aureus</i> Cloxa R	Vancomicina	Teicoplanina/Linezolid
<i>S. coagulasa negativo</i>	Vancomicina	
<i>Enterococcus</i> Ampí S	Ampicilina	Vancomicina
<i>Enterococcus</i> Ampí R	Vancomicina	Linezolid
Gram negativos:		
<i>E. coli</i> , <i>Klebsiella</i> spp.	Cefalosporina 3. <sup>a</sup> generación	Fluorquinolona
<i>Enterobacter</i> spp.	Carbapenem	Adaptar al antibiograma
<i>Acinetobacter</i> spp.	Carbapenem	Adaptar al antibiograma
<i>S. maltophilia</i>	TMP-SMZ	Adaptar al antibiograma
<i>P. aeruginosa</i>	Ceftazidima	Adaptar al antibiograma
Otros BGN	Adaptar al antibiograma	
Levaduras:		
<i>Candida</i> spp.	Fluconazol	Anfotericina B Caspofungina Voriconazol

del catéter durante 14 días, o bien hasta tener dos determinaciones consecutivas de hemocultivos negativas.

*Staphylococcus aureus* y otras bacterias Gram positivas

- Pese a la retirada del catéter, las infecciones producidas por estafilococo áureo o enterococo requieren un tratamiento no inferior a 15 días dada su capacidad de asentar sobre válvulas cardíacas y hueso, generando complicaciones infecciosas tardías.
- Como primera elección, si se demuestra la sensibilidad del microorganismo, estaría indicada la cloxacilina o una cefalosporina de primera generación como la cefazolina en el caso del *Staphylococcus aureus* y la ampicilina en el del enterococo. No obstante, en las unidades de diálisis existe gran experiencia con el tratamiento con vancomicina por su comodidad de administración y su efectividad; sin embargo, hay que tener en cuenta la técnica de diálisis (convencional de bajo flujo, filtros de alta permeabilidad, técnicas convectivas, presencia de función renal residual) a la hora de pautar la

frecuencia y dosis semanal en su administración. Los casos de resistencia a la meticilina, en los que la vancomicina sí que es de primera elección, precisan estudios en profundidad tanto de su origen como a la hora de comprobar su erradicación por el riesgo de aparición de epidemias intrahospitalarias.

- Debe realizarse una ecocardiografía de buena calidad para descartar la existencia de una endocarditis bacteriana, que obligaría a prolongar el tratamiento a 4-6 semanas, especialmente en pacientes con patología valvular preexistente, en presencia de soplos cardíacos o con complicaciones metastásicas.

*Bacilos gramnegativos*

- Si un catéter no tunelizado infectado por un bacilo gramnegativo en ausencia de complicaciones se retira, el paciente debe recibir tratamiento antibiótico durante 7-10 días.
- Si no se retira un catéter tunelizado, que supuestamente está infectado por un bacilo gramnegativo en ausencia de complicaciones, el paciente debe ser tratado por vía sistémica durante un mínimo de 10-14 días y con sellado antimicrobiano del catéter<sup>79-81</sup>.

- En bacteriemias producidas por *Pseudomonas* spp., *Burkholderia cepacia*, *Stenotrophomonas* spp, *Agrobacterium* spp o *Acinetobacter baumannii* debe plantearse la retirada del catéter, especialmente en pacientes inestables o con persistencia de la fiebre pese a tratamiento correcto.

#### *Candida* spp

- Ante la presencia de candidemia siempre debe retirarse el catéter.
- Todos los pacientes con candidemia deben tratarse. Se recomienda iniciar fluconazol en pacientes estables y sin historia previa de consumo de azoles. En pacientes inestables o que han recibido tratamiento prolongado con azoles o con especies resistentes a los mismos está indicado el uso de anfotericina B en cualquiera de sus formulaciones o caspofungina o voriconazol.
- La duración del tratamiento es de 14 días tras el último hemocultivo positivo y la desaparición de los signos y síntomas de la infección.

#### 5) Tratamiento de las complicaciones locales de las infecciones relacionadas con los catéteres vasculares

- La infección del trayecto subcutáneo del catéter requiere la retirada del mismo y aproximadamente de 7-10 días de tratamiento antibiótico adecuado según el microorganismo aislado.

#### 6) Tratamiento conservador de las infecciones relacionadas con los catéteres vasculares

- El tratamiento conservador de las infecciones no complicadas de los CVC tunelizados y de los dispositivos vasculares permanentes, mediante la técnica del sellado antimicrobiano del catéter, puede utilizarse en casos de bacteriemia por estafilococos coagulasa negativos, áureus y bacilos Gram negativos, en ausencia de infección del túnel o del bolsillo de inserción del dispositivo implantable.
- No hay evidencia científica sobre la eficacia del tratamiento conservador de los catéteres infectados por hongos y levaduras.
- La duración del tratamiento conservador de la bacteriemia relacionada con la infección de los catéteres ha de ser de al menos 2 semanas y se ha de acompañar de tratamiento sistémico. En los casos de infección por estafilococos coagulasa negativos la duración del tratamiento puede

acortarse hasta disponer de dos hemocultivos cuantitativos de control negativos realizados con sangre obtenida del catéter infectado.

- Para la evaluación de la eficacia del tratamiento conservador de la infección del catéter han de realizarse, si es posible, hemocultivos cuantitativos periódicos a lo largo de todo el tiempo del sellado del catéter.
  - Los antibióticos utilizados para el sellado antimicrobiano de los catéteres infectados han de administrarse a concentraciones entre 1 y 5 mg/ml, usualmente mezclados con 1.000 a 5.000 U de heparina o con solución salina, en un volumen suficiente para llenar la luz del catéter (en general de 2 a 2,5 ml)<sup>79-81</sup>.
  - Los antibióticos utilizados para el sellado de los catéteres han de ser estables desde el punto de vista químico, con actividad antimicrobiana prolongada (aproximadamente 1 semana) y sin posibilidad de precipitación en su interior.
  - El sellado con antibióticos, siempre que sea posible, ha de acompañarse de la inutilización del catéter durante todo el tiempo del tratamiento. Pero en ausencia de disfunción que sugiera la presencia de trombo bacteriano puede indicarse una pauta de 24 a 48 horas de sellado entre sesiones de hemodiálisis.
  - La infección de los catéteres de menos de 2 semanas desde su implantación es extraluminal generalmente, por lo que no ha de utilizarse el tratamiento conservador con sellado antimicrobiano en estos casos.
  - Las soluciones de antibióticos y heparina para el sellado de los catéteres vasculares han de prepararse en condiciones de esterilidad adecuadas, a ser posible en campanas de flujo laminar, y pueden conservarse a temperatura ambiente o en refrigerador hasta su utilización.
- #### 7) Actitud ante las complicaciones de las infecciones relacionadas con los catéteres vasculares<sup>63,82-84</sup>.

#### *Trombosis séptica*

- La existencia de una trombosis o tromboflebitis séptica, tanto en venas centrales como periféricas, obliga a la retirada inmediata del catéter implicado.
- La anticoagulación sistémica con heparina está indicada para el tratamiento de las trombosis sépticas de las arterias o venas centrales, pero no es de uso rutinario para las trombosis sépticas que afectan a las venas periféricas.

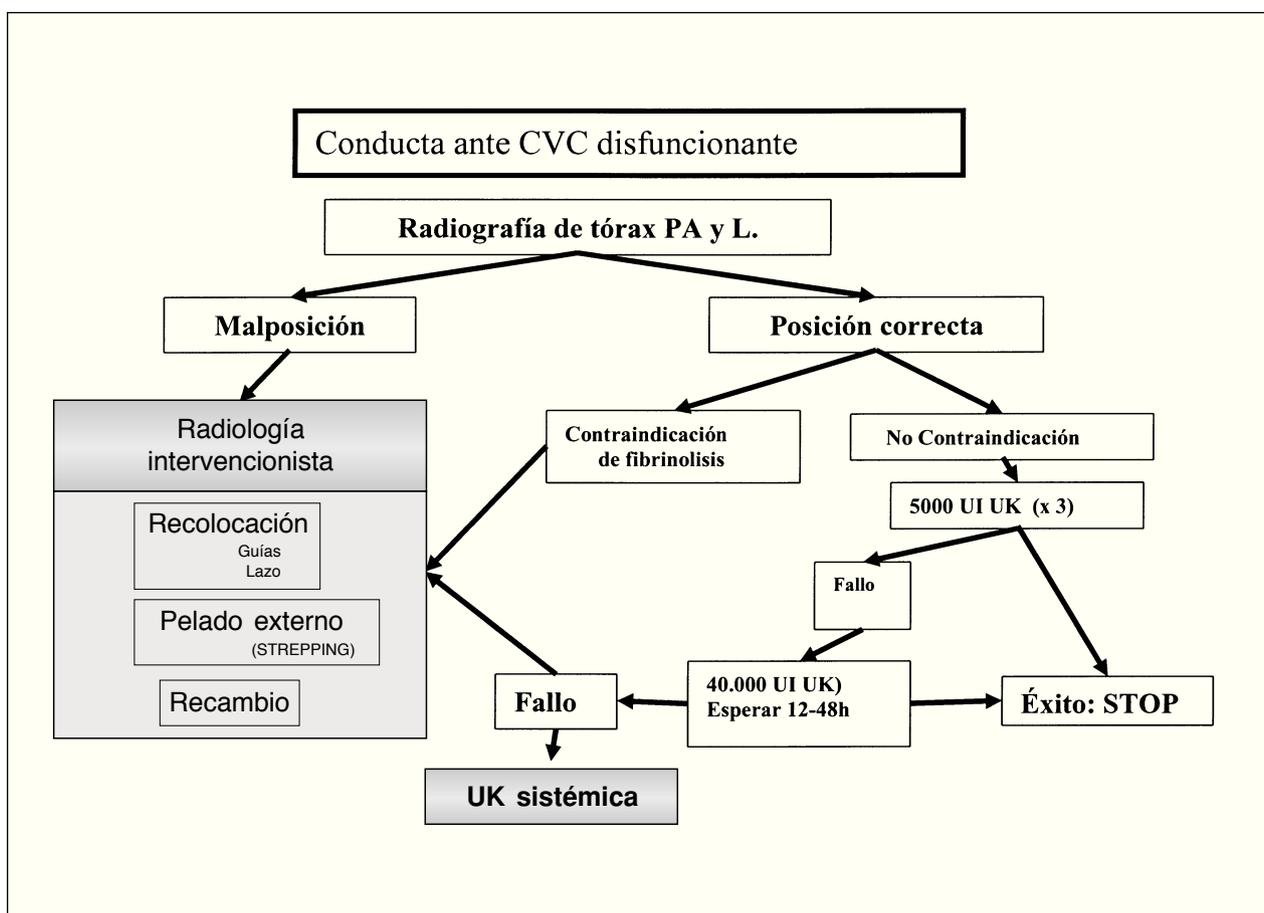
- El tratamiento antibiótico de las trombosis sépticas de las venas centrales se ha de mantener durante 4 a 6 semanas.
- En casos de candidemia pueden utilizarse durante un tiempo prolongado azoles o cualquier formulación disponible de anfotericina B.
- Los agentes trombolíticos no están indicados como tratamiento coadyuvante de la trombosis séptica.

*Bacteriemia persistente y endocarditis infecciosa*

- La bacteriemia o funguemia persistente es una indicación de retirada de cualquier tipo de ca-

téter, especialmente en pacientes con disfunción orgánica, hipoperfusión tisular o hipotensión acompañante.

- La persistencia de hemocultivos positivos o la ausencia de desaparición o mejoría de los signos clínicos de sepsis a las 72 horas de retirar un catéter causante de bacteriemia obliga a prolongar el tratamiento antibiótico hasta un mínimo de 4 semanas y a descartar otras posibles complicaciones (trombosis séptica y endocarditis especialmente).
- La endocarditis estafilocócica de las válvulas derechas no complicada puede ser tratada con una pauta antibiótica de 2 semanas.



**BIBLIOGRAFIA**

1. United States Renal Data System: Treatment modalities for ESRD patients. *Am J Kidney Dis* 32 (Supl. 1): S50-S59, 1998.
2. Pisoni RL, Young EW, Dykstra DM, Greenwood RN, Hecking E, Gillespi B, Wolfe RA, Goodkin DA, Held PJ: Vascular access use in Europe and the United States: Results from the DOPPS. *Kidney Int* 61: 305-316, 2002.
3. Rodríguez JA, López Pedret J, Piera L y grupo de trabajo AV SEN: El acceso vascular en España: Análisis de distribución, morbilidad y sistemas de monitorización. *Nefrología* 21: 45-51, 2001.
4. Palder SB, Kirkman RL, Whittermore AD, Hakim RM, Lazarus JM, Tinley LM: Vascular access for hemodialysis: Patency rates and results of revision. *Ann Surg* 202: 235-239, 1985.
5. Harlan LC: Placement of permanent vascular access devices: Surgical considerations. *Adv Ren Replace Ther* 1: 99-106, 1994.
6. Fan P, Schwab SJ: Vascular access-Concepts for 1990's. *J Am Soc Nephrol* 3: 1-11, 1992.
7. Albers F: Causes of hemodialysis access failure. *Adv Ren Replace Ther* 1: 107-118, 1994.
8. Butterly D, Schwab SJ: The case against chronic venous hemodialysis access. *J Am Soc Nephrol* 13: 2195-2197, 2002.
9. Canaud B, Leray-Moragues H, Garred LJ, Turc-Baron C, Mion C: What is the role of permanent central vein access in hemodialysis patients? *Seminars in Dialysis* 9 (5): 397-400, 1996.
10. Schwab SJ, Buller GL, Mac Cann RL, Bollinger RR, Stickel DL: Prospective evaluation of a Dacron cuffed hemodialysis catheter for prolonged use. *Am J Kidney Dis* 11: 166-169, 1988.
11. Moss AH, Mc Laughlin MM, Lempert KD, Holley JL: Use of a silicone catheter with a Dacron cuff for dialysis short-term vascular access. *Am J Kidney Dis* 12: 492-498, 1988.
12. Weijmer MC, Vervloet MG, Piet M, Ter Wee: Compared to tunnelled cuffed hemodialysis catheters, temporary untunnelled catheters are associated with more complications already 2 weeks of use. *Nephrol Dial Transplant* 19: 670-677, 2004.
13. Schwab SJ, Beathard G: The hemodialysis catheter conundrum: Hate living with them, but can't live without them. *Kidney International* 199; 56: 1-17.
14. Twardowski ZJ: Vascular access for hemodialysis: an historical perspective of intravenous catheter. *The journal of vascular access* 1: 42-45, 2000.
15. Stephen R. Ash: The evolution and function of central venous catheters for dialysis. *Seminars in dialysis* 14 (6): 416-424, 2001.
16. Matthew J: Oliver. Acute dialysis catheter. *Seminars in dialysis* 14 (6): 432-435, 2001.
17. Richard HM, Hastings GS, Boyd-Kranis RL, Murthy R, Radack DM, Santilli JG, Ostergaard C, Coldwell DM: A randomized, prospective evaluation of the Tesio, Ash split, and Opti-flow hemodialysis catheters. *J Vasc Interv Radiol* 12 (4): 431-4355, 2001.
18. Trerotola SO, Johnson MS, Harris VJ, Shah H, Ambrosius WT, McKusky MA, Kraus MA. Outcome of tunnelled hemodialysis catheters placed via the right internal jugular vein by interventional radiologists. *Radiology* 203: 489-493, 1997.
19. Perini S, LaBerge JM, Peral JM, Santiestiban HL, Ives HE, Omachi RS, Graber M, Wilson MW, Marder SR, Don BR, Kerlan RK, Gordon RL: Tesio catheter: radiologically guided placement, mechanical performance, and adequacy of delivered dialysis. *Radiology* 215: 129-137, 2000.
20. Wivell W, Bettmann M, Baxter B, Langdon D, Remilliard B, Chobanian M: Outcome and performance of the Tesio TWIN catheter system placed for hemodialysis access. *Radiology* 221: 687-703, 2001.
21. Schon D, Whittman D: Managing the complications of long-term tunneled dialysis catheter. *Seminars in Dialysis* 16 (4): 314-322, 2003.
22. Mc Gee DC, Gould MK: Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med* 348: 1123-1133, 2003.
23. Bernard Jean-Marie Canaud: Internal jugular vein cannulation for hemodialysis. In Andreucci V.E.: Vascular and peritoneal access for dialysis. Kluwer Academic Publishers 169-192, 1989.
24. Mauro MA, Jaques PF: Insertion of Long-term Hemodialysis Catheters by Interventional Radiologists: The Trend Continues. *Radiology* 198: 316-317, 1996.
25. Trerotola SO: Hemodialysis Catheter Placement and Management. *Radiology* 215: 651-658, 2000.
26. Lewis CA, Allen TE, Burke DR y cols.: Quality Improvement Guidelines for Central Venous Acces. *J Vasc Interv Radiol* 14: S231-S235, 2003.
27. Lund GB, Trerotola SO, Schell PF Jr y cols.: Outcome of Tunnelled Hemodialysis Catheters Placed by Radiologists. *Radiology* 198: 467-472, 1996.
28. Silberzweig JE, Sacks D y cols.: Reporting Standards for central Venous Access. *J Vasc Interv Radiol* 14: S443-S452, 2003.
29. Trerotola SO: The Dialysis Outcomes Quality Initiative: Get Your Copy Now! *J Vasc Interv Radiol* 14: S353-S354, 2003.
30. Lund GB, Trerotola SO, Schell PF, Savader SJ, Mitchell SE, Venbrux AC, Osterman FA: Outcome of tunneled hemodialysis catheters placed by radiologists. *Radiology* 198: 467-472, 1996.
31. Jack Work: Chronic catheter placement. *Seminars in dialysis* 14 (6): 436-440, 2001.
32. Schillinger F, Schillinger D, Montagnac R, Milcent T: Post-catheterisation vein stenosis in hemodialysis: comparative abngiographic study of 50 subclavian and 50 internal jugular access. *Nephrol Dial Transplant* 6: 722-724, 1991.
33. Cimochoowski GE, Worley E, Rutherford WE y cols.: Superiority of the internal jugular over the subclavian access for temporary dialysis. *Nephron* 54 (2): 154-61, 1990.
34. Trerotola SO, Kuhn-Fulton J, Johnson MS y cols.: Tunnelled infusion catheters: increased incidence of symptomatic venous thrombosis after subclavian versus internal jugular venous access. *Radiology* 217 (1): 89-93, 2000.
35. Craft PS, May J, Dorigo A y cols.: Hickman catheters: left-sided insertion, male gender, and obesity are associated with an increased risk of complications. *Aust N Z J Med* 26 (1): 33-9, 1996.
36. Nazarian GK, Bjarnason H, Dietz CA Jr y cols.: Changes in tunneled catheter tip position when a patient is upright. *J Vasc Interv Radiol* 8 (3): 437-41, 1997.
37. Kowalski CM, Kaufman JA, Rivitz SM y cols.: Migration of central venous catheters: implications for initial catheter tip positioning. *J Vasc Interv Radiol* 8 (3): 443-7, 1997.
38. Schummer W, Schummer C, Fritz H: Perforation of the superior vena cava due to unrecognized stenosis. Case report of a lethal complication of central venous catheterization. *Anaesthetist* 50 (10): 772-7, 2001.
39. Duntley P, Siever J, Korves ML y cols.: Vascular erosion by central venous catheters. Clinical features and outcome. *Chest* 101 (6): 1633-8, 1992.
40. Collier PE, Goodman GB: Cardiac tamponade caused by central venous catheter perforation of the heart: a preventable complication. *J AM Coll Surg* 181 (5): 459-63, 1995.
41. Verdino RJ, Pacifico DS, Tracy CM: Supraventricular tachycardia precipitated by a peripherally inserted central catheter. *J Electrocardiol* 29 (1): 69-72, 1996.
42. Warady BA, Sullivan EK, Alexander SR: Lessons from the peritoneal dialysis patient database: a report of the North Ame-

- rican Pediatric Renal Transplant Cooperative Study. *Kidney Int* (Supl. 53): S68-S7, 1996.
43. Lin BS, Kong CW, Tarrg DC, Huang TP, Tang GJ: Anatomical variation of the internal jugular vein and its impact on temporary hemodialysis vascular access: An ultrasonographic survey in uraemic patients. *Nephrol Dial Transplant* 13: 134-138, 1998.
  44. Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA, Pribble CG: Ultrasound guidance for placement of central venous catheters: A meta-analysis of the literature. *Crit Care Med* 24: 2053-2058, 1996.
  45. Maki DG, Ringer M, Alvarado CJ: Prospective randomised trial of povidone-iodine, alcohol and chlorhexidine prevention of infection associated with central venous and arterial catheters. *Lancet* 338: 339-343, 1991.
  46. Levin A, Mason AJ, Jindall KK, Fong IW, Goldstein MB: Prevention of hemodialysis subclavian vein catheter infection by topical povidone-iodine. *Kidney Int* 40: 934-938, 1991.
  47. Von Eiff C, Becker K, Machka K, Stammer H, Peter G: Nasal carriage as a source of staphylococcus aureus bacteremia. *N Engl J Med* 344: 11-16, 2001.
  48. Zakrzewska Bode A, Muijtens HL, Liem KD, Hoodkamp-Korstanje JA: Mupirocin resistance in coagulase negative staphylococci, after prophylaxis for the reduction of colonization of central venous catheters. *J Hosp Infect* 31: 189-193, 1995.
  49. Diskin CJ, Stokes TJ Jr, Pennell AT: Pharmacologic intervention to prevent hemodialysis vascular access thrombosis. *Nephron* 64 (1): 1-26, 1993.
  50. Obialo CI, Conner AC, Lebon LF: Maintaining patency of tunneled hemodialysis catheters-efcacy of aspirin compared to warfarin. *Scand J Urol Nephrol* 37 (2): 172-176, 2003.
  51. Mokrzycki MH, Jean-Jerome K, Rush H, Zdunek MP, Rosenberg SO: A randomized trial of minidose warfarin for the prevention of late malfunction in tunneled, cuffed hemodialysis catheters. *Kidney Int* 200; 59 (5): 1935-1942.
  52. Sánchez Perales MC, Vázquez E, García Cortés MJ, Borrego FJ, Borrego J, Pérez del Barrio P, Liébana A, Gil JM, Viedma G, Pérez Banasco V: Antiagregación plaquetaria y riesgo hemorrágico en hemodiálisis. *Nefrología* 22 (5): 456-62, 2002.
  53. Theodore F. Saad: Central venous dialysis catheters: catheter-associated infection. *Seminars in dialysis* 14 (6): 446-451, 2001.
  54. Paul V. Suhocki, Peter J Conlon, Jr, MB (FRCP), Mark H. Knelson, Robert Harland, Steve J. Schwab: Silastic cuffed catheters for hemodialysis vascular access: Trombolytic and mechanical correction of malfunction. *Am J Kidney Dis* 28 (3): 379-386, 1996.
  55. Thomas A Depner: Catheter performance. *Seminars in dialysis* 14 (6): 425-431, 2001.
  56. Curtis A Lewis, Timothy E Allen, Dana R Burke, John F Cardela, Steven J Citron, Patricia E Cole, Alain T Drooz, Elizabeth A Drucker, Ziv J Haskal, Louis G Martin, A van Moore, Calvin D Neithamer, Steven B Oglieve, Kennet S Rholl, Anne C Roberts, David Sacks, Orestes Sánchez, Anthony Venbrux, Curtis W Bakal, for the society of interventional radiology standars of practice committee: Quality improvement guidelines for central venous access. *J Vas Interv Radiol* 14: S231-S235, 1003.
  57. Zbylut J Twardowski: What is the role of permanent central vein access in hemodialysis patients? *Seminars in dialysis* 9 (5): 394-395, 1996.
  58. NKF-DOQI: Clinical practice guidelines for vascular access. Guideline 23: treatment of tunneled cuffed catheter dysfunction. *Am J Kidney Dis* 30 (Supl. 3): S175-S176, 1997.
  59. Gerard A Beathard: The use and complications of catheters for hemodialysis vascular access. Catheter thrombosis. *Seminars in dialysis* 14 (6): 441-445, 2001.
  60. Zbylut J Twardowski: The clotted central vein catheter for hemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 13: 2203-2206, 1998.
  61. Savader SJ, Haikal LC, Porter DJ, Oteham AC: Hemodialysis catheter-associated fibrin sheaths: treatment with a low-dose rt-PA infusion. *J Vasc Interv Radiol* 11: 1131-1136, 2000.
  62. Brady PS, Spence LD, Levitin A, Mickolich CT, Dolmatch DL: Efficacy of percutaneous fibrin sheath stripping in restourance patency of tunneled hemodialysis catheter. *Am J Roentgenol* 173: 1023-1027, 1999.
  63. Kairaitis LK, Gottlieb T: Outcome and complications of temporary hemodialysis catheters. *Nephrol Dial Transplant* 14: 1710-1714, 1999.
  64. Beathard GA: Management of bacteremia associated with tunneled cuffed hemodialysis. *J Am Soc Nephrol* 10: 1045-1049, 1999.
  65. Kieren A Marr, Daniel J Sexton, Peter J Conlon, G. Ralph Corey, Steven J Schwab, Kathryn B Kirkland: Catheter-related bacteremia and outcome of attempted catheter salvage in patients undergoing hemodialysis. *Ann Intern Med* 127 (4): 275-280.
  66. Robinson D, Suhocki P, Steven J Schwab: Treatment of infected tunneled venous access hemodialysis with guidewire exchange. *Kidney International* 53: 1792-1794, 1998.
  67. Kovalic E, Albers F, Raymond J Conlon: A clustering of cases of spinal epidural abscess in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 7: 2264-2267, 1996.
  68. Raad II, Sabbagh MF, Raand KH, Sherertz RJ: Quantitative tip culture methods and the diagnosis of central venous catheter-related infections. *Diag Microbiol Infect Dis* 15: 384, 1992.
  69. Capdevila JA, Planes AM, Palomar M, Gasser I, Almirante B, Pahissa A, Crespo E, Martínez-Vázquez JM: Value of differential quantitative blood cultures in the diagnosis of catheter-related sepsis. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 11: 403-407, 1992.
  70. Rello J, Gatell JM, Almirall J, Campistol JM, González J, Puig de la Bellacasa J: Evaluation of culture techniques for identification of catheter-related infection in hemodialysis patients. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 8: 620-622, 1989.
  71. Marr KA, Sexton DJ, Conlon PJ, Corey GR, Schwab SJ, Kirkland KB: Catheter-related bacteremia and outcome of attempted catheter salvage in patients undergoing hemodialysis. *Ann Intern Med* 127: 275-280, 1997.
  72. Almirall J, González J, Rello J, Campistol JM, Montoliu J, Puig de la Bellacasa J, Revert L, Gatell JM: Infection of hemodialysis catheters: incidence and mechanisms. *Am J Nephrol* 9: 454-459, 1989.
  73. Kessler M, Canaud B, Pedrini MT, Tattersall JE, Ter Wee PM, Vanholder R, Wanner C: European Best Practice Guidelines for Haemodialysis (Part 1) *Nephrol Dial Transplant* 17 (Supl. 7), 2002.
  74. Oliver MJ, Callery SM, Thorpe KE, Schwab SJ, Churchill DN: Risk of bacteremia from temporary hemodialysis catheters by site of insertion and duration of use: a prospective study. *Kidney Int* 58: 2543-2545, 2000.
  75. Nassar GM, Ayus JC: Infectious complications of the hemodialysis access. *Kidney Int* 60: 1-13, 2001.
  76. Tanriover B, Carlton D, Saddeki S, Hamrick K, Oser R, Westfall AO, Allon M: Bacteremia associated with tunneled dialysis catheters: comparison of two treatment strategies. *Kidney Int* 57: 2151-2155, 2000.
  77. Vijayvargiya R, Veis JH: Antibiotic-resistant endocarditis in a hemodialysis patient. *J Am Soc Nephrol* 7: 536-542, 1996.
  78. Kovalik EC, Raymond JR, Albers FJ, Berkoben M, Butterly DW, Montella B, Conlon PJ: A clustering of epidural abscesses in chronic hemodialysis patients: risks of salvaging access catheters in cases of infection. *J Am Soc Nephrol* 7: 2264-2267, 1996.
  79. Krishnasami Z, Carlton D, Bimbo L, Taylor ME, Balkovetz DF, Barker J, Allon M: Management of hemodialysis catheter-re-

- lated bacteremia with an adjunctive antibiotic lock solution. *Kidney Int* 61: 1136-1142, 2002.
80. Boorgu R, Dubrow AJ, Levin NW, My H, Canaud BJ, Lentino JR, Wentworth DW, Hatch DA, Megerman J, Prosl FR, Gandhi VC, Ing TS: Adjunctive antibiotic/anticoagulant lock therapy in the treatment of bacteremia associated with the use of a subcutaneously implanted hemodialysis access device. *ASAIO J* 46: 767-770, 2000.
  81. Poole CV, Carlton D, Bimbo L, Allon M: Treatment of catheter-related bacteraemia with an antibiotic lock protocol: effect on bacterial pathogen. *Nephrol Dial Transplant* 19: 1237-1244, 2004.
  82. Kikuchi S, Muro K, Yoh K, Iwabuchi S, Tomida C, Yamaguchi N, Kobayashi M, Nagase S, Aoyagi K, Koyama A: Two cases of psoas abscess with discitis by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* as a complication of femoral-vein catheterization for haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 14: 1279-1281, 1999.
  83. Nielsen J, Ladefoged SD, Kolmos HJ: Dialysis catheter-related septicaemia-focus on *Staphylococcus aureus* septicaemia. *Nephrol Dial Transplant* 13: 2847-2852, 1998.
  84. Dobkin JF, Miller MH, Steigbigel NH: Septicemia in patients on chronic hemodialysis. *Ann Intern Med* 88: 9128-33, 1978.