

CAPÍTULO 4. Monitorización y vigilancia de la fístula arteriovenosa

CONTENIDO

- 4.1. Razonamiento.
- 4.2. Monitorización clínica.
- 4.3. Monitorización y vigilancia de la presión de la fístula arteriovenosa.
- 4.4. Recirculación de la fístula arteriovenosa.
- 4.5. Disminución inexplicable de la adecuación de la hemodiálisis.
- 4.6. Métodos de cribado dilucionales para la determinación indirecta del flujo sanguíneo de la fístula arteriovenosa.
- 4.7. Pruebas de imagen. Vigilancia de la fístula arteriovenosa mediante ecografía Doppler.
- 4.8. Poder predictivo de los métodos de primera y segunda generación para la detección de la estenosis y la trombosis de la fístula arteriovenosa.
- 4.9. Factores predictivos de trombosis de la fístula arteriovenosa con estenosis.

PREÁMBULO

El objetivo de la monitorización y vigilancia de la FAV es diagnosticar precozmente la patología, tanto de la FAVn como protésica FAVp. El seguimiento de la FAV debe permitir la prevención de la trombosis mediante la detección precoz de la estenosis significativa y aumentar su supervivencia.

Recomendaciones

R 4.1.1) Se recomienda que las unidades de HD dispongan de programas protocolizados de seguimiento de la FAV y con participación multidisciplinar. Estos programas deben incluir métodos para diagnosticar precozmente la disfunción de la FAV y localizar su origen, así como efectuar el tratamiento electivo.

R 4.1.2) Se recomienda que la aplicación de programas de seguimiento de la FAV implique la evaluación periódica de los parámetros obtenidos por cada método de monitorización y/o vigilancia aplicado.

R 4.1.3) Se recomienda que la alteración repetida de cualquier parámetro de monitorización y/o vigilancia se utilice como criterio para efectuar una exploración de imagen de la FAV ante la sospecha de patología.

4.1. RAZONAMIENTO

Para obtener una FAV válida que pueda utilizarse para iniciar un programa de HD crónica hay que sortear numerosos obstáculos²¹⁴. El mayor de todos ellos es conseguir una adecuada maduración, sobre todo en el caso de la FAVn, ya que, actualmente, el porcentaje de fracasos en la maduración de esta es aproximadamente del 40%²¹⁴. Una vez alcanzado este difícil objetivo, hay que seguir en estado de alerta y utilizar todos los medios disponibles a nuestro alcance para evitar la trombosis y mantener la permeabilidad de la FAV en el enfermo prevalente.

La trombosis irreversible de la FAV ocasiona una serie de consecuencias negativas para el paciente prevalente que sigue un programa de HD²⁶⁹: reducción del capital venoso, necesidad de la implantación de un CVC, menor eficacia de la HD, posible estenosis o trombosis de venas centrales, inflamación crónica en el caso de las FAVp y la construcción de una nueva FAV. Todo ello incrementa la frecuencia de hospitalización, la morbilidad y el gasto sanitario del paciente en HD crónica²⁷⁰. Por tanto, evitar la trombosis de la FAV es primordial para estos pacientes.

En relación con la trombosis de la FAV hay que tener en cuenta que:

- No siempre es técnicamente posible la repermeabilización de todos los casos de trombosis de la FAV, incluso en manos de especialistas experimentados²⁷¹.
- La PS de la FAV es significativamente inferior después de la repermeabilización posttrombosis de la FAV si se compara con la reparación electiva de la estenosis de la FAV antes de la trombosis (capítulo "Complicaciones de la fístula arteriovenosa", recomendación 5.2.6)^{272,273}.

Por tanto, es muy importante destacar que el tratamiento de elección de la trombosis de la FAV no es su rescate mediante radiología intervencionista o cirugía vascular, sino su prevención mediante el diagnóstico y tratamiento precoz de la estenosis significativa.

La causa más frecuente de trombosis es la estenosis severa de la FAV^{10,253}. Actualmente, para poder calificar a una estenosis como significativa es preciso demostrar la presencia de una reducción de la luz vascular >50%

mediante ecografía y/o angiografía, junto con la alteración repetida de uno o varios parámetros obtenidos por los métodos de monitorización y/o vigilancia¹⁰. El diagnóstico de la estenosis significativa es indicación de efectuar su tratamiento correctivo mediante la ATP y/o la cirugía de forma electiva o preventiva para evitar su trombosis¹⁰.

Los programas de seguimiento de la FAV contemplan dos aspectos fundamentales: a) el diagnóstico precoz de la estenosis significativa mediante la utilización de diversos métodos o técnicas de cribado, y b) su corrección electiva o preventiva para prevenir su trombosis y aumentar la supervivencia de la FAV¹⁰.

La filosofía de estos programas se basa en que la estenosis de la FAV se desarrolla, en la gran mayoría de los casos, durante intervalos variables de tiempo y, si se diagnostica y corrige a tiempo, la subdiálisis puede evitarse y la tasa de trombosis puede reducirse entre el 40 y el 75%^{10,274}. Estos programas de seguimiento deben desarrollarse en cada unidad de HD de forma sistemática, protocolizada y con una participación multidisciplinar de enfermería, nefrología, radiología y cirugía vascular²⁵³. La **Tabla 8** muestra los objetivos de los programas de seguimiento de la FAV, tanto para FAVn como para FAVp²⁷⁵⁻²⁷⁷.

Según datos del estudio DOPPS I y II, 1996-2004, la probabilidad de que un enfermo prevalente efectúe la sesión de HD mediante un CVC está en relación directa con el número de la FAV permanentes implantados previamente³². Es probable que, si se hubieran introducido previamente programas de seguimiento de la FAV en estos centros DOPPS, se habrían podido evitar muchos de los casos de trombosis; por tanto, se habría reducido la prevalencia de enfermos dializados mediante CVC³². En este sentido, en nuestro país se ha demostrado una relación inversa entre la tasa de intervención preventiva y la tasa de trombosis de la FAV tanto para FAVn como para FAVp²⁷⁸.

Los métodos o técnicas de cribado o "screening" para el diagnosticoprecoz de la estenosis significativa se clasifican en 2 grandes grupos²⁷⁹ (**Tabla 9**):

1. Métodos de primera generación.

- Monitorización clínica:
 - Exploración física.
 - Problemas durante la sesión de HD.
 - Test de sobrecarga de la FAVn por flujo de bomba (Q_B).
- Monitorización y vigilancia de la presión de la FAV: presión venosa dinámica (PVD), presión intraacceso (PIA) estática equivalente o normalizada.

- Determinación del porcentaje de recirculación.
- Disminución inexplicable de la adecuación de la HD: índice Kt/V, porcentaje de reducción de la urea (PRU), índice Kt.

2. Métodos de segunda generación. Permiten calcular el flujo sanguíneo (Q_A) de la FAV.

- Métodos de cribado dilucionales.
- Ecografía Doppler.

Además, estas técnicas también pueden clasificarse como métodos de monitorización ("monitoring") y métodos de vigilancia ("surveillance"), en función de que no se necesite o sí que se requiera una instrumentación especial,

Tabla 8. Objetivos teóricos de los programas de seguimiento de la fistula arteriovenosa, tanto para la fistula arteriovenosa nativa como para la protésica.

1. Diagnóstico precoz de la estenosis de la FAV
2. Disminución de la tasa de trombosis de la FAV
3. Aumento de la supervivencia de la FAV
4. Incremento de las intervenciones electivas sobre la FAV
5. Disminución de las intervenciones de rescate sobre la FAV y de la construcción de nuevas FAV
6. Disminución de la incidencia de hospitalizaciones
7. Reducción del número de sesiones de hemodiálisis perdidas
8. Disminución de la tasa de implantación de catéteres
9. Reducción del gasto sanitario

Tabla 9. Técnicas de monitorización y vigilancia de la fistula arteriovenosa.

I. Técnicas de primera generación
1. Monitorización clínica: <ul style="list-style-type: none"> • Exploración física • Problemas durante la sesión de HD • Sobrecarga de la FAVn por Q_B
2. Presión de la FAV: <ul style="list-style-type: none"> • Presión venosa dinámica • Presión intraacceso estática equivalente o normalizada*
3. Recirculación de la fistula arteriovenosa
4. Disminución inexplicable de la adecuación de la diálisis: índice Kt/V, PRU, índice Kt
II. Técnicas de segunda generación
Permiten la estimación no invasiva del Q_A de la FAV de 2 formas: <ol style="list-style-type: none"> 1. Directa: ecografía Doppler* 2. Indirecta: métodos de "screening" dilucionales*
FAVn: fistula arteriovenosa nativa; Kt/V: índice de diálisis; K: aclaramiento del dializador; t: tiempo de duración; V: volumen de distribución de la urea; HD: hemodiálisis; PRU: porcentaje de reducción de la urea; Q_A: flujo sanguíneo; Q_B: flujo de bomba. *Métodos de vigilancia (<i>surveillance</i> según la terminología anglosajona).

respectivamente. Dentro de los métodos de monitorización se agrupan todos los métodos de primera generación excepto la presión venosa estática²⁷⁴. Se consideran métodos de vigilancia la presión venosa estática (ver apartado 4.3.2.) y los métodos de segunda generación. En relación con la periodicidad de su determinación, aunque es deseable la aplicación mensual de estos métodos¹⁰, se acepta efectuar la medición del Q_A de la FAVn cada 2-3 meses^{14,15}.

Respecto a las distintas técnicas de monitorización y vigilancia utilizadas, es importante considerar que:

- El análisis prospectivo de cualquier parámetro de monitorización o vigilancia utilizado tiene mayor poder predictivo para detectar la disfunción de la FAV que los valores aislados de este¹⁰. En este sentido, es básico disponer de un registro de cada FAV en la unidad de HD, que permita efectuar una evaluación de este a lo largo del tiempo.
- No son excluyentes, sino complementarias. La utilización de varios métodos de monitorización o vigilancia de forma simultánea aumenta el rendimiento del programa de seguimiento^{280,281}. Además, se ha demostrado que la precisión de cada técnica de monitorización y vigilancia de la FAV está en relación con la localización de la estenosis²⁸².

Muchos de los métodos de cribado descritos, tanto de primera como de segunda generación, pueden utilizarse para valorar de forma no invasiva el resultado funcional de la intervención electiva realizada sobre la estenosis de la FAV²⁸²⁻²⁸⁴. En este sentido, también se ha utilizado la determinación de Q_A "in situ" inmediatamente después de efectuar la ATP sobre la estenosis de la FAV, para comprobar el resultado funcional del tratamiento electivo²⁸⁵.

4.2. MONITORIZACIÓN CLÍNICA

Aunque la monitorización clínica perdió cierto protagonismo cuando se introdujeron los métodos dilucionales para la determinación no invasiva de Q_A y aumentó la difusión de la ED, actualmente su papel central en el seguimiento de la FAV es indiscutible^{282,286,287}. La monitorización clínica de la FAV tiene en cuenta dos aspectos fundamentales: la exploración física y los problemas durante la sesión de HD^{253,270,282,286-293}. Recientemente se ha descrito la prueba de sobrecarga de la FAVn según el Q_B (Q_B stress test), que parece eficaz en el diagnóstico de la denominada estenosis de "inflow"²⁹⁴.

4.2.1. Exploración física

Debe efectuarse de forma periódica utilizando la inspección, la palpación y la auscultación^{10,282,286,293} (**Tabla 10**). Es un método fácil de aprender y realizar, consume muy poco tiempo, no requiere ninguna instrumentalización especial ni personal adicional y, por tanto, es una técnica de bajo coste. Además del personal de enfermería y del nefrólogo es conveniente que esta exploración sea efectuada parcialmente por el propio paciente a diario (**Figura 2**)²⁹⁵. La detección de cambios en las características del pulso, soplo y el frémito de la FAV respecto a controles previos permite el diagnóstico de una estenosis, así como concretar su localización^{282,286,293}. A diferencia de otros métodos de seguimiento de la FAV, la exploración física permite además identificar otras patologías distintas de la estenosis como los aneurismas o la infección²⁸⁶.

La **Tabla 11** resume los hallazgos obtenidos por la exploración física para el diagnóstico diferencial entre la este-

Tabla 10. Sistemática de la exploración física de la fístula arteriovenosa.

<p>Inspección</p> <ul style="list-style-type: none"> • Además de la FAV propiamente dicha, debe incluir toda la extremidad ipsilateral y debe compararse con la extremidad opuesta • En caso de una FAV localizada en la extremidad superior, debe incluir también el hombro, el tórax, las mamas, el cuello y la cara • Debe evaluarse el diámetro de la FAV, su longitud útil (tramo disponible para la canulación) y la visualización de venas colaterales • Test de elevación del brazo • Presencia de cualquier signo de infección • Edema en la extremidad superior ipsilateral a la FAV: es casi siempre indicativo de la presencia de la estenosis venosa central • Cicatrices en el pecho y el cuello: pueden indicar la presencia de CVC previos o cirugías de la esfera otorrinolaringológica • Presencia de un dispositivo electrónico cardiovascular implantado en la pared torácica (marcapasos) • Dilataciones aneurismáticas • Trastornos tróficos cutáneos por robo vascular o hipertensión venosa
<p>Palpación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación del pulso normal • Detección de cualquier thrill anormal • Test de aumento del pulso • Test de oclusión secuencial
<p>Auscultación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación del soplo normal • Detección de cualquier soplo anormal
<p>CVC: catéter venoso central Modificada de referencias 293 a 300</p>

	Inspección	Palpación	Auscultación	Test elevación brazo	Test aumento del pulso	
Paciente	✓	✓	✗	✓	✗	Diaria
Enfermería	✓	✓	✓	✓	✗	Cada sesión
Nefrología	✓	✓	✓	✓	✓	Cada mes o si se detecta algún problema

Figura 2. Sistemática de la exploración física de la fistula arteriovenosa según el explorador y la frecuencia. En color azul se destacan los distintos aspectos de la exploración física que debería efectuar cada explorador. Modificado de referencia 302.

nosis de "inflow" (localizada en la arteria nutricia o en la propia anastomosis o en el trayecto inicial de la vena arterializada hasta 5 cm postanastomosis), la estenosis de "outflow" (localizada en el trayecto de la vena arterializada desde la zona de punción hasta la AD) y la trombosis de la FAVn. La estenosis venosa central es una estenosis de "outflow", que se localiza en el trayecto venoso desde el arco de la vena cefálica (AVC) a nivel de la primera costilla hasta la AD. Una FAVn sin estenosis presenta un pulso suave o blando de fácil compresión, un "thrill" predominante sobre la anastomosis y un soplo continuo (sistólico y diastólico) de baja intensidad (**Tabla 11**).

Inspección

La **Tabla 10** resume los datos básicos a tener en cuenta durante la inspección de la FAV. Es muy importante la observación de toda la extremidad donde está ubicado el AV. En caso de FAV en las extremidades superiores, la presencia de edema y la circulación colateral son signos que sugieren estenosis venosa central total o parcial. La extensión del edema nos puede ayudar a localizar el nivel de la estenosis central: si el edema implica solo el brazo, esto sugiere que la estenosis está a nivel de la vena subclavia; si el edema incluye el tórax, mama y/o cara ipsilaterales, la estenosis es más probable a nivel de la vena braquiocefálica; el edema bilateral (tórax, mamas, hombros y facies) sugiere una estenosis de vena cava superior²⁸⁶. Hay

Tabla 11. Diagnóstico diferencial entre la estenosis de "inflow", la estenosis de "outflow", la estenosis venosa central y la trombosis según los datos de la exploración física.

	Normal	Estenosis de inflow	Estenosis de outflow	Estenosis venosa central	Trombosis
Inspección	Vena arterializada normal	Vena arterializada mal definida Excesivo colapso con la elevación del brazo	Distendida Ausencia de colapso con la elevación del brazo	Edema Circulación colateral proximal Ausencia de colapso con la elevación del brazo	Puede visualizarse hiperemia sobre el segmento trombosado
Palpación: pulso	Blando y fácilmente compresible	Disminuido Test aumento del pulso: débil	Aumentado	Variable***	Ausente o aumentado
Palpación: frémito	Continuo*	Discontinuo** Disminuido	Discontinuo** Aumentado sobre la lesión.	Variable*** Puede estar presente por debajo de la clavícula.	Ausente
Auscultación: soplo.	Continuo*	Discontinuo** Disminuido	Discontinuo** Tono alto o piente Aumentado sobre la lesión	Variable*** Puede estar presente por debajo de la clavícula	Ausente

*Sistólico y diastólico. **Únicamente sistólico. ***Normal o aumentado.

que valorar también las zonas distales de la extremidad en busca de signos de isquemia (frialdad, palidez y úlceras digitales isquémicas) o bien la presencia de signos de hipertensión venosa (hiperpigmentación y úlceras digitales de estasis)^{286,296-298}. Se inspeccionará todo el trayecto de la FAV para detectar la presencia de hematomas, dilataciones aneurismáticas y signos flogóticos^{299,300}. Toda vena arterializada que no se colapse, al menos parcialmente, tras la elevación del brazo es probable que tenga una estenosis proximal (**Tablas 10, 11 y 12**)^{10,282,286,293}.

Palpación^{282, 286,293,301}

El pulso puede apreciarse mejor utilizando la yema de los dedos. En condiciones normales, el pulso de la FAVn es de baja intensidad, blando y fácilmente compresible. Habitualmente, un incremento del pulso de la FAVn es indicativo de estenosis proximal (FAVn hiperpulsátil) y la cuantía de este incremento es directamente proporcional al grado de estenosis existente. Por el contrario, un pulso excesivamente débil (FAVn hipopulsátil, flat access), con escaso aumento mediante la oclusión manual transitoria, sugiere la presencia de estenosis de "inflow" (test de aumento del pulso, **Tabla 12**).

El "thrill" o frémito es una vibración palpable de la FAVn, que se explora mejor usando la palma de la mano y que refleja el Q_A circulante por la vena arterializada^{282,286,293}. La ausencia de frémito es indicativa del déficit de flujo. Este signo junto con la ausencia de pulso es característico de la trombosis de la FAV. Se pueden palpar dos tipos distintos de frémito:

- Un frémito basal difuso en una FAV normal. Es suave, continuo (sistólico y diastólico), palpable a lo largo de todo el trayecto de la FAV, pero más intenso a nivel de la anastomosis venosa.
- Un frémito localmente aumentado. Refleja la presencia de flujo turbulento localizado sobre una zona de estenosis en la vena arterializada. A medida que aumenta progresivamente el grado de estenosis, con un aumento simultáneo de la resistencia al $Q_{A'}$, el frémito se acorta y pierde su componente diastólico. Todo el trayecto de la vena arterializada debe examinarse para detectar la presencia de un frémito anormal. Ante una estenosis de la vena subclavia o del AVC, el frémito puede detectarse por debajo de la clavícula²⁸⁶.

Tabla 12. Principales tests utilizados en la exploración física de la fístula arteriovenosa.

<p>Test de elevación del brazo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consiste en la elevación de la extremidad de la FAVn por encima del nivel del corazón y se visualiza si existe o no colapso de la vena arterializada • La prueba se considera normal cuando la FAVn se colapsa después de la elevación del brazo y permite descartar la estenosis de "outflow" • En presencia de una estenosis venosa, solo la parte de la vena arterializada proximal a la lesión se colapsará al efectuar este test, mientras que la parte distal a la estenosis permanecerá distendida sin colapsarse
<p>Test de aumento del pulso</p> <ul style="list-style-type: none"> • El test de aumento del pulso permite evaluar el segmento "inflow" del acceso arteriovenoso • Consiste en la oclusión transitoria de la vena arterializada varios centímetros por encima de la anastomosis arterial con una mano, y la evaluación simultánea de la intensidad del pulso a nivel de la anastomosis con la otra • Este test se considera normal cuando la parte de la vena arterializada distal al dedo que ocluye (entre el dedo y la anastomosis) presenta • Este test se basa en el hecho de que, si el acceso se ocluye completamente a cierta distancia de la anastomosis arterial, el pulso suave o blando se verá aumentado de intensidad. El grado de este aumento es directamente proporcional al Q_A existente en el segmento de "inflow" de la FAVn • La presencia de patología del sistema arterial de forma retrógrada a la anastomosis (estenosis de la arteria nutricia) condiciona el grado de incremento del pulso obtenido al aplicar este test
<p>Test de oclusión secuencial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es similar al test de aumento del pulso excepto en que este test está centrado en la desaparición del "thrill" con la oclusión de la vena arterializada de la FAVn • Su objetivo es detectar las ramas venosas colaterales que nacen de la vena arterializada. Con frecuencia, una vena colateral puede ser visible y, por tanto, detectada previamente mediante la inspección • Este test se basa en la relación existente entre el "thrill" y el Q_A de la vena arterializada • Consiste en la oclusión de la vena arterializada a corta distancia de forma proximal a la anastomosis con una mano, mientras que se palpa el thrill normal sobre la anastomosis con la otra. El "thrill", normalmente palpable sobre la anastomosis arterial, indicativo de $Q_{A'}$, desaparece cuando la vena arterializada es obstruida manualmente a nivel proximal al causar un paro transitorio del Q_A. A continuación, todo el trayecto de la vena arterializada se debe evaluar cambiando el punto de la oclusión progresivamente en sentido proximal. Si en algún punto del trayecto venoso el "thrill" no desaparece, significa que una vena colateral está presente por debajo del punto de la oclusión

FAVn: fístula arteriovenosa nativa; Q_A : flujo sanguíneo.

Auscultación

Se valorará el soplo normal de la FAV y los cambios temporales que puedan producirse en este, así como la aparición de soplos anormales^{282,286,293}. Constituye la manifestación auditiva del frémito. Podemos escuchar dos tipos distintos de soplo:

- Un soplo basal difuso en una FAV normal. Es de tono bajo, como un rumor suave y continuo (sistólico y diastólico).
- Un soplo anormal asociado a la estenosis. El aumento de la resistencia ocasionado por una lesión estenótica progresiva dará lugar a la pérdida paulatina del componente diastólico del soplo y a un incremento simultáneo del tono de este. Todo el trayecto de la vena arterializada, incluyendo el área debajo de la clavícula, debe examinarse para valorar la presencia de un soplo anormal²⁸⁶.

La estenosis yuxtaanastomótica o perianastomótica de una FAVn, es decir, la estenosis localizada en un área de 2-3 cm inmediatamente adyacente a la anastomosis, que puede afectar tanto a la arteria aferente como a la vena eferente, se comporta como una estenosis de "inflow" y puede diagnosticarse con facilidad explorando la anastomosis y el segmento más distal de la vena arterializada²⁸⁶. A nivel de la anastomosis, el frémito solo se palpa durante la sístole y el pulso está muy aumentado (definido como "water-hammer" según los autores anglosajones), pero desaparece bruscamente cuando el dedo del explorador se mueve en dirección proximal a lo largo del trayecto de la vena y encuentra la ubicación precisa de la estenosis; proximalmente a la estenosis, el pulso es muy débil y puede ser difícil de detectar. En ocasiones, la estenosis ya puede visualizarse como un hachazo en relación con una disminución brusca del calibre venoso.

Diversos estudios prospectivos observacionales han demostrado que la exploración física presenta una elevada sensibilidad, especificidad y precisión para el diagnóstico de la estenosis y, por tanto, debe ocupar una posición destacada entre los métodos de cribado de la FAV^{204,286,287,301-308}. La eficacia de la exploración física efectuada por personal cualificado es equivalente a otros métodos de cribado más sofisticados^{287,301,302}; la clave reside en el criterio del explorador³⁰². En este sentido, en el estudio de Coentrão et al, efectuado en 177 pacientes prevalentes consecutivos con disfunción de la FAVn, la concordancia diagnóstica de la exploración física con la fistulografía para el diagnóstico de la estenosis en todas las localizaciones, fue siempre superior en el caso de un médico residente de nefrología entrenado durante 6 meses en comparación con varios nefrólogos generales sin ningún entrenamiento específico en

la exploración de la FAVn (concordancia global: 86 frente a 49%, respectivamente)³⁰².

4.2.2. Problemas en la sesión de hemodiálisis

Pueden ser signos indirectos de estenosis de la FAV si aparecen de forma persistente (tres sesiones consecutivas de HD) en relación con las sesiones de HD previas²⁵³:

- Dificultad para la punción y/o canalización de la FAV.
- Aspiración de coágulos durante la punción.
- Aumento de la PA negativa prebomba.
- Imposibilidad de alcanzar el Q_B prescrito.
- Aumento de la presión de retorno o venosa.
- Tiempo de hemostasia prolongado, en ausencia de anticoagulación excesiva.

4.2.3. Test de sobrecarga de la fístula arteriovenosa nativa según el flujo de bomba

Este test se ha demostrado eficaz para diagnosticar la estenosis de "inflow" de la FAVn (valor predictivo positivo (VPP) del 76,3%) y se fundamenta en el descenso que se produce del Q_A con la elevación de la extremidad superior de 0 a 90° durante 30 s y un Q_B de 400 ml/min²⁹⁴. Para su realización, con esta posición elevada del brazo, se disminuye el Q_B progresivamente a 300, 200 y 100 ml/min y se considera el test positivo cuando se dispara la alarma en la máquina de HD al descender la PA negativa por debajo de -250 mmHg. La existencia de un test positivo a valores bajos de Q_B (100-200 ml/min) implica la presencia de un Q_A disminuido y, por tanto, una alta probabilidad de estenosis relevante.

4.3. MONITORIZACIÓN Y VIGILANCIA DE LA PRESIÓN DE LA FÍSTULA ARTERIOVENOSA

La presencia de una estenosis significativa de la FAV puede provocar un incremento retrógrado de la presión dentro de este, que puede detectarse mediante los métodos de monitorización y vigilancia de la presión de la FAV^{10,274,283,303,309-315}. En la **Tabla 13** se detalla cómo determinar la presión de la FAV.

Estos métodos son de utilidad preferente para el seguimiento de FAVn proximales y, sobre todo, de las FAVp^{10,283}. Las venas colaterales de una FAVn radiocefálica pueden provocar una descompresión y disminuir la sensibilidad de estas técnicas en la detección de la estenosis de la FAVn distal^{10,283}.

En la serie pionera de Besarab et al³⁰⁹, la sensibilidad para diagnosticar la estenosis significativa de la FAVp mediante la determinación de la presión estática normalizada (ver apartado 4.3.3.) fue del 91%. En presencia de la estenosis más frecuente diagnosticada en las FAVp, es decir, la estenosis localizada a

nivel de la anastomosis entre el extremo venoso del injerto y la vena eferente, se produce un incremento retrógrado de la presión a lo largo de toda la FAVp y el nivel de presión alcanzado está en relación directa con el grado de estenosis existente³¹⁶.

Tabla 13. Determinación de la presión venosa.

Monitorización de la presión venosa dinámica
<p>Características generales</p> <ul style="list-style-type: none"> • De utilidad preferente para la (FAVp) • Valores obtenidos por el transductor de presión de la línea venosa de la máquina de hemodiálisis HD • Agujas de 15 G • Q_b 200 ml/min • Hacer la determinación en los primeros 2-5 min del comienzo de la HD • Establecer un valor basal con la media de tres determinaciones en las primeras sesiones de HD • Periodicidad: mensual • Remitir a pruebas de imagen si en tres sesiones consecutivas >150 mmHg o hay un incremento >25% del valor basal <p>La presión venosa dinámica es la presión generada al realizar el retorno venoso de la sangre dializada por la FAV a través de la aguja venosa. Es medida por el transductor de presión venosa del monitor de HD. Refleja la presión del interior de la FAV y la resistencia que ofrece la aguja venosa. Sin embargo, la PVD puede estar influenciada por otros factores que inducen a un error en su medición, como son: a) el Q_b, que puede variar según los diversos estudios entre 50 y 425 ml/min; b) la longitud y el calibre de la aguja empleada; c) la viscosidad de la sangre (hematocrito), que influye en la PVD; d) la PA del paciente, y e) el desarrollo de venas colaterales, en algunas FAV, que puede ocasionar un fallo en la detección de una estenosis mediante este método. Por estos motivos existe el convencimiento de que la PVD no refleja la PIA y, por tanto, la resistencia causada por una estenosis, lo que conduce a una menor sensibilidad y especificidad que otros métodos, como la medición del flujo de la FAV (Q_A) y la PV estática</p>
<p>Vigilancia de la presión intraacceso o estática</p> <p>En la actualidad, para la determinación de la presión venosa intraacceso (PVIA), se utiliza un método simplificado que no precisa un aparato especial ni costes adicionales y que es reproducible y fácil de realizar. Se basa en la determinación de la presión reflejada en el transductor de la máquina de HD y la presión hidrostática (PH) creada por la columna de sangre entre la FAV y la cámara venosa. La PVIA no depende de los cambios en el Q_b, de la viscosidad sanguínea ni del calibre ni disposición de las agujas; únicamente está en relación con la PA sistémica, por lo que se utiliza el valor de la PVIA normalizada ($PVIA_n$) como el cociente entre la PVIA y la presión arterial media (PAM) sistémica determinada simultáneamente:</p> $PVIA_n = PVIA / PAM$ <p>La determinación de PVIA no permite detectar estenosis localizadas distalmente a la aguja venosa, bien sea en el cuerpo o bien a nivel de la anastomosis arterial del injerto. Para ello, es útil la medición de la presión arterial intraacceso (PAIA), que considera la presión obtenida en el transductor de presión conectado a la línea arterial (simultáneamente a la medición de la presión en la línea venosa) y la altura en centímetros entre la aguja arterial y la cámara arterial</p> <p>Si una estenosis se desarrolla en el cuerpo de la prótesis, entre ambas agujas, la PVIA permanece normal o disminuida mientras que la PAIA está aumentada. Una diferencia entre la PAIA normalizada ($PAIA_n$) y la $PVIA_n > 0,5$ puede ser indicativa de una estenosis intraacceso</p>
<p>Requisitos para la determinación de la presión intraacceso</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar la determinación en los primeros 60 min de la HD con el paciente en situación hemodinámica estable 2. Asegurarse de que el transductor de PA y PV de la máquina de HD está calibrado a cero 3. Establecer un valor basal con la media de tres determinaciones en las primeras sesiones de HD 4. Periodicidad mensual 5. De utilidad preferente en FAVp
<p>Cálculo de la presión venosa estática o intraacceso</p> <p>I. Presión venosa intraacceso</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Medir la PAM calculada por la fórmula: $PAM = PAS + 2 \times PAD / 3$ <p>Donde PAS es la presión arterial sistólica y PAD la presión arterial diastólica</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Detener la bomba de sangre 3. Pinzar la línea venosa entre el dializador y la cámara venosa 4. Esperar 30 s y la presión que muestre el transductor venoso de la máquina de HD la denominamos "P" (se expresa en mmHg) 5. Despinzar el retorno venoso y programar el flujo de sangre previo

6. Medir la PH que supone la columna de sangre entre la FAV y la cámara venosa de la máquina de HD. PH se expresa en mmHg. Se aplica una de estas dos fórmulas:

$$P_H = 0,35 \times H + 3,4$$

Donde H es la altura en centímetros entre el brazo del sillón donde apoya el brazo de la FAV y el punto más alto del nivel de sangre de la cámara venosa

$$P_H = H \times 0,76$$

Donde H es la altura en centímetros entre la aguja venosa y el punto más alto del nivel de sangre de la cámara venosa

7. Se calcula la PVIA:

$$PVIA = P + P_H$$

Donde P es la presión a bomba parada y PH la presión hidrostática

8. Cálculo de PVIA_n:

$$PVIA_n = PVIA / PAM$$

II. PA intraacceso

1. Medir la PAM, según la fórmula:

$$PAM = [PAS + (2 \times PAD)] / 3$$

2. Detener la bomba de sangre

3. Pinzar la línea arterial entre la cámara arterial y el dializador

4. Esperar 30 s y la presión que muestre el transductor arterial de la máquina de HD la denominamos "P" (se expresa en mmHg)

5. Despinzar la línea arterial y programar el flujo de sangre previo

6. Medir la PH que supone la columna de sangre entre la FAV y el punto más alto del nivel de sangre de la cámara arterial de la máquina de HD. La PH se expresa en mmHg. Se aplica una de las siguientes fórmulas:

$$PH = 0,35 \times H + 3,4$$

$$PH = H \times 0,76$$

7. Se calcula la PAIA:

$$PAIA = P + PH$$

8. Cálculo de la PAIA normalizada (PAIA_n):

$$PAIA_n = PAIA / PAM$$

III. Presión intraacceso entre ambas agujas

Se calcula la PIA:

$$PIA_n = PAIA_n - PVIA_n$$

Monitorización de la presión venosa dinámica

a) Fístula arteriovenosa nativa

Grado y localización de la estenosis	Segmento arterial (PAIA _n)	Segmento venoso (PVIA _n)
Estenosis ausente o <50%	0,13-0,43	0,08-0,34
1. Estenosis de "outflow" >50%	>0,43	o bien >0,35
2. Estenosis >50% entre ambas agujas de la vena arterializada	>0,43	y además ≤0,35
3. Estenosis de "inflow" >50%	<0,+ hallazgos clínicos	Hallazgos clínicos

b) Fístula arteriovenosa protésica

Grado y localización de la estenosis	Segmento arterial (PAIA _n)	Segmento venoso (PVIA _n)
Estenosis ausente o <50%	0,35-0,74	0,15-0,49
1. Estenosis >50% en la anastomosis venosa	>0,75	o bien >0,5
2. Estenosis >50% cuerpo de FAVp (entre ambas agujas)	≥0,65	y además <0,5
3. Estenosis >50% en la anastomosis arterial	<0,3	Hallazgos clínicos

FAV: fístula arteriovenosa; PAIA: presión arterial intraacceso normalizada; PVIA: presión venosa intraacceso normalizada.

4.3.1. Presión venosa dinámica

La PVD es la presión necesaria para retornar la sangre dializada al interior de la FAV a través de la aguja venosa registrada por el transductor de presión venosa del monitor de HD. En realidad es la suma de la presión necesaria para vencer la resistencia ejercida por

la aguja venosa y la presión existente en el interior de la FAV (Tabla 13)¹⁰.

Existen resultados contradictorios en la bibliografía en relación con la eficacia de la PVD para detectar las FAV con estenosis significativa y alto riesgo de trombosis^{311,312,317-321}. En la serie clásica de Schwab et al³¹²,

la incidencia de trombosis que se obtuvo al comparar FAV con estenosis significativa corregida de forma electiva (PVD previa >150 mmHg) y FAV con PVD normal sin sospecha de estenosis fue similar (0,15 frente a 0,13 episodios/paciente/año). Smits et al³¹¹ demostraron una reducción significativa de la incidencia de trombosis de FAVp mediante la aplicación de un programa de seguimiento que incluyó determinaciones de la PVD, presión venosa estática y Q_A . En cambio, este mismo grupo holandés no pudo demostrar previamente la eficacia de la PVD en la predicción de la trombosis de FAVp³²².

En resumen, los datos disponibles actualmente que sugieren la utilidad de la PVD para diagnosticar la estenosis o predecir la trombosis son limitados y no concluyentes. No es aceptable utilizar la PVD como método de cribado de la estenosis de la FAV de forma no estandarizada.

4.3.2. Presión intraacceso o estática

Se determina en presencia de $Q_B=0$ ml/min (bomba detenida). A diferencia de la PVD, la PIA no está influenciada por el tipo de aguja utilizado, el Q_B o la viscosidad sanguínea.

Para su cálculo se utiliza actualmente la determinación simplificada de Besarab et al^{10,314}, que tiene en cuenta la presión obtenida por el transductor de presión conectado a la línea venosa o arterial del monitor de HD (mmHg) y la altura existente entre la aguja venosa o arterial (o el brazo del sillón del enfermo) y el nivel de sangre de la cámara venosa o arterial (cm).

En una serie nacional, referida a 24 FAVp braquiales, los AV con estenosis presentaron una PIA significativamente superior que el resto de FAV (48,7 \pm 22,2 frente a 27,6 \pm 0,1 mmHg)²⁸³. Se considera que una PVD \geq 150 mmHg con un $Q_B=200$ ml/min (PV200) se corresponde con una PIA $>$ 60 mmHg³¹³. En la serie ya mencionada de Besarab et al³⁰⁹, la vigilancia de FAVp mediante la presión estática consiguió un descenso de la incidencia de trombosis del 70%.

4.3.3. Presión intraacceso estática equivalente o normalizada

Como la PIA está en relación con la PAM, los resultados de esta se expresan de forma equivalente o normalizada mediante el cociente PIA/PAM¹⁰. En

ausencia de estenosis significativa y debido a la circulación colateral existente, el cociente PIA/PAM siempre será inferior en la FAVn que en la FAVp. En otro estudio de Besarab et al³¹⁵, el cociente PIA/PAM en casos sin estenosis fue superior en las FAVp (0,43 \pm 0,02; n=414) respecto a las FAVn (0,26 \pm 0,01; n=286), pero sin diferencias significativas con relación al Q_A .

Se han descrito perfiles de la PIA normalizada según la situación de la estenosis en la FAVp a nivel de la anastomosis arterial, cuerpo (entre las dos agujas) o anastomosis venosa. Se considera que, ante una estenosis situada en la anastomosis venosa de la FAVp, el cociente PIA/PAM a nivel de las agujas venosa y arterial es $>0,5$ y 0,75, respectivamente^{10,315}. En la mencionada serie de Caro et al²⁸³ existió una diferencia significativa entre el cociente PIA/PAM determinada en las FAVp con y sin estenosis: (0,5 \pm 0,2) y (0,3 \pm 0,1) respectivamente.

Ante la presencia de una estenosis significativa situada en la anastomosis venosa de una FAVp se produce una relación inversa entre la PIA normalizada y el Q_A del AV^{315,323}. En esta situación funcional de PIA normalizada elevada y Q_A bajo, la FAV entra de lleno dentro de la zona de alto riesgo de trombosis²⁷⁴.

4.4. RECIRCULACIÓN DE LA FÍSTULA ARTERIOVENOSA

En presencia de una estenosis significativa, el Q_A de la FAV disminuye y aumenta el porcentaje de sangre ya dializada que entra de nuevo al dializador a través de la aguja arterial. En ausencia de errores técnicos, la recirculación aparece como consecuencia de una estenosis grave de la FAV cuando el Q_A está próximo o desciende por debajo del Q_B programado (300-500 ml/min)^{10,313,315}.

Por tanto, la determinación de la recirculación no es el mejor método para detectar la estenosis de forma precoz^{279,324}. Sobre todo, no se recomienda su aplicación para monitorizar FAVp^{10,274}. En este tipo de FAV, la recirculación aparece de forma tardía en presencia de estenosis graves y riesgo muy alto de trombosis²⁷⁴. Además conviene recordar que la presencia de una estenosis localizada entre las dos agujas de la FAV no causa recirculación³²⁴.

La determinación del porcentaje de recirculación puede efectuarse mediante los dos métodos siguientes¹⁰:

Determinación de la recirculación de la urea³²⁵

Se describe en la **Tabla 14**. La presencia de un porcentaje de recirculación de la urea >10% es un criterio para investigar una posible estenosis de la FAV mediante una exploración de imagen¹⁰.

Tabla 14. Determinación de la recirculación de la urea.

- Debe efectuarse al inicio de la sesión de HD (durante los 30-60 min iniciales), siempre y cuando se compruebe la estabilidad hemodinámica del enfermo
- Para su cálculo hay que disminuir la tasa de ultrafiltración (UF) hasta alcanzar el valor cero. En caso de usar la técnica de hemodiafiltración online, habrá que desactivarla
- Obtención de las muestras. Extraer las muestras sanguíneas simultáneamente de la entrada al dializador en línea arterial y a la salida del dializador en la línea venosa al Q_b programado. Inmediatamente después, reducir el Q_b hasta 50 ml/min, esperar 20 s y extraer otra muestra de la línea arterial para la determinación de la urea periférica o sistémica (método del flujo bajo). A continuación, proseguir con la pauta de HD programada
- El cálculo del porcentaje de recirculación (R) se realiza según la siguiente fórmula:

$$R = (\text{UREAp} - \text{UREAa} / \text{UREAp} - \text{UREAv}) \times 100$$

UREAa: urea de la línea arterial; **UREAp:** urea periférica; **UREAv:** urea de la línea venosa.

Determinación de la recirculación mediante técnicas de cribado dilucionales (Tabla 15)³²⁶⁻³³⁰

Presenta mayor sensibilidad y especificidad que la determinación de la recirculación de la urea^{328,329}. Se han publicado estudios mediante el método de dilución ultrasónica, el método de termodilución utilizando el sensor BTM (*blood temperature monitor*) y el método de perfusión de glucosa^{327,328,330}. En este sentido, Wang et al³³⁰ demostraron que los valores de recirculación

Tabla 15. Principales técnicas de cribado dilucionales para la determinación indirecta del flujo sanguíneo (Q_A) de la fístula arteriovenosa.

Con inversión de las líneas sanguíneas de hemodiálisis

- Método de dilución por ultrasonidos³³⁵
- Método por dilución del hematocrito o de UF o Delta-H³³⁶
- Método por diferencia de conductividad³³⁷
- Método de dialisancia iónica³³⁸
- Método de termodilución³³⁹
- Método por gradiente de temperatura³⁴⁰
- Método por dilución de la hemoglobina³⁴¹

Sin inversión de las líneas sanguíneas de hemodiálisis

- Método óptico transcutáneo³⁴²
- Método de perfusión de glucosa³⁴³

superiores al 15% obtenidos mediante el sensor BTM proporcionaban una elevada sensibilidad (81,8%) y especificidad (98,6%) en la detección de FAVn tributarias de intervención electiva. Debe investigarse la presencia de estenosis de la FAV ante un porcentaje de recirculación superior al 5 y al 15% utilizando los métodos de dilución ultrasónica y de termodilución, respectivamente^{10,330}.

4.5. DISMINUCIÓN INEXPLICABLE DE LA ADECUACIÓN DE LA HEMODIÁLISIS

La disminución sin motivo aparente de la adecuación de la HD evaluada mediante el índice Kt/V o bien por el PRU, puede ser un signo indirecto de disfunción del AV^{279,331}. En un estudio referido a pacientes con estenosis significativa de la FAVn (n=50), estos presentaron un índice Kt/V inferior ($1,15 \pm 0,20$) con relación al resto de enfermos ($1,33 \pm 0,16$) ($p < 0,0001$)³⁰³. Se considera que la eficacia de la HD se afecta de forma tardía durante la historia natural de la estenosis de la FAV, cuando se pone de manifiesto un porcentaje elevado de recirculación²⁷⁹.

Sin embargo se ha publicado que el descenso mantenido del índice Kt, determinado online mediante el método de dialisancia iónica en cada sesión de HD, permite detectar precozmente la recirculación ocasionada por una estenosis significativa de la FAV³³².

4.6. MÉTODOS DE CRIBADO DILUCIONALES PARA LA DETERMINACIÓN INDIRECTA DEL FLUJO SANGUÍNEO DE LA FÍSTULA ARTERIOVENOSA

Fundamento de los métodos dilucionales

El control objetivo de la función del AV debería efectuarse de forma regular mediante la determinación del Q_A de la FAV¹⁴. En presencia de una estenosis significativa, el Q_A disminuye siempre independientemente del tipo de FAV (FAVn o FAVp), su localización (extremidad superior o inferior) o la topografía de la estenosis (arteria nutricia, anastomosis, vena arterializada, vena central)^{10,279,333,334}. Esto es muy importante y constituye una ventaja notable respecto a los métodos de primera generación. Por ejemplo, en presencia de una estenosis significativa en la vena arterializada de la FAVn, el Q_A disminuirá, pero, en cambio, según la posición de la aguja venosa sobre la vena arterializada, es posible que la presión venosa (determinada mediante la PVD) no aumente²⁷⁹.

La introducción en el año 1995 del método de dilución por ultrasonidos por Nicolai Krivitski significó un cambio cualitativo en el campo de estudio de la FAV, ya que por primera vez era posible efectuar la estimación no invasiva de Q_A ³³⁵. Desde entonces se han descrito diversas técnicas dilucionales que permiten determinar de forma indirecta el Q_A durante la HD y, por tanto, efectuar el seguimiento funcional de la FAV (**Tablas 15 y 16**)³³⁶⁻³⁴³.

El Q_A se calcula mediante la cuantificación de la diferencia de recirculación existente antes y después de la dilución de un indicador determinado (hematocrito, temperatura), con o sin inversión de las líneas sanguíneas de HD. Si ambas agujas, *arterial* y *venosa*, se han insertado en la misma vena arterializada, al invertir las líneas sanguíneas se crea una recirculación artificial con la dilución del indicador que permite calcular el Q_A según las fórmulas de la **Tabla 16**.

Los métodos dilucionales que precisan de la inversión de las líneas sanguíneas de HD son los más utilizados en la actualidad, pero, en algunos casos, no pueden aplicarse: cuando puncionamos la aguja venosa de retorno sanguíneo en una vena distinta a la arterializada de la FAVn, la recirculación de la FAV es cero y, por tanto, el cálculo de Q_A es imposible^{338,344}.

En relación con las técnicas dilucionales que calculan el Q_A durante la HD deberían realizarse dentro de la primera hora de la sesión, para evitar los cambios hemodinámicos secundarios a la ultrafiltración²⁷⁰.

Según las guías europeas, no existe una clara preferencia por ninguno de estos métodos¹⁴ y la mayoría de estudios han evidenciado valores equivalentes de Q_A tras aplicar simultáneamente distintas técnicas dilucionales³⁴⁵⁻³⁴⁸. En realidad, todas ellas tienen ventajas e inconvenientes en el momento de su aplicación. Por ejemplo, el tiempo necesario para efectuar la determinación de Q_A mediante el método Delta-H es prolongado (más de 20 min), pero, por el contrario, es un método totalmente independiente del explorador y el valor del Q_A aparece automáticamente en la pantalla del monitor crit-line inmediatamente después de finalizada la exploración^{270,348}. Otros métodos, como el de termodilución o el de gradiente de temperatura, tienen la ventaja de tener el sensor BTM incorporado a la máquina de HD, pero, por el contrario, no se obtiene automáticamente el valor del Q_A obtenido y es preciso efectuar su cálculo posteriormente^{345,348}; ambos métodos solo están validados para la HD de alto flujo con Q_B de 300 ml/min³⁴⁹. La utilización de ciertos dispositivos permite la inversión

instantánea de las líneas sanguíneas de HD y, por tanto, reducir significativamente el tiempo necesario para obtener el valor de Q_A ³⁴⁸.

Interpretación de los resultados

Cuando se detecta alguna alteración funcional de la FAV mediante cualquiera de estos métodos de cribado debe efectuarse una exploración de imagen ante la sospecha de una estenosis de la FAV. Los criterios funcionales para indicarla son^{10,15,350}:

- Valor absoluto de Q_A . El valor umbral o punto de corte de Q_A considerado para indicar una prueba de imagen es distinto según las curvas ROC de sensibilidad-especificidad obtenidas en diversos estudios: <500, 650, 700 o 750 ml/min^{269,288,327,350,351}. La guía KDOQI considera un Q_A <600 ml/min para la FAVp y <400-500 ml/min para FAVn¹⁰. La guía europea considera la indicación para efectuar la intervención electiva en caso de un Q_A <600 ml/min en FAVp o <300 ml/min en FAVn de antebrazo¹⁴.
- Disminución temporal de Q_A >20-25%, indistintamente para FAVn o FAVp, en relación con el Q_A basal^{10,15,227,352,353}.

Como se ha mencionado previamente, el análisis prospectivo de la evolución temporal de Q_A tiene un valor superior para diagnosticar la estenosis de la FAV que determinaciones aisladas¹⁰. En un estudio longitudinal de Neyra et al³⁵³, referido a 95 FAV, la disminución temporal de Q_A era una potente variable predictiva de trombosis, de forma que el RR de trombosis aumentaba a partir de un descenso de Q_A >15% y era máximo (34,7%) cuando el descenso de Q_A era >50%. Paulson et al³⁵⁴ consideran que los porcentajes de descenso de Q_A del 20-25% pueden ser secundarios únicamente a cambios hemodinámicos y que solo debe considerarse significativo un descenso de Q_A superior al 33%.

Se ha evidenciado que el Q_A está en relación con el tipo de FAV (p. ej., FAVn radiocefálica frente a humerocefálica), así como con diversos factores demográficos y clínicos propios del paciente^{345,349,352,355,356}. Se ha demostrado una relación inversa entre el Q_A de la FAV y la edad de los pacientes^{269,349}, de forma que la aplicación de un modelo de regresión lineal múltiple objetivó una disminución de 11,6 ml/min del Q_A basal de la FAV por cada año de vida del paciente manteniendo constantes el resto de variables consideradas²⁶⁹. El perfil funcional de la FAV también depende de su localización, como se demostró en una serie de

Tabla 16. Determinación del flujo Q_A de la fistula arteriovenosa (métodos que precisan de la inversión de las líneas sanguíneas)^{335,336,338-340}.

1. Método de dilución por ultrasonidos

Fue el primer método dilucional descrito. Para el cálculo de Q_A se precisa de un monitor externo, de la colocación de un sensor Doppler en cada línea de HD y de la administración de un bolo de suero fisiológico isotónico (indicador) durante 6-8 s en la línea arterial, con las líneas de HD en posición normal e invertida. El Q_A se calcula automáticamente a través del software incorporado al monitor externo (Transonic®) mediante la siguiente fórmula:

$$Q_A = Q_B \times (Sv / Sa - 1) = Q_B \times (1 / R - 1)$$

Donde Q_B es el flujo efectivo de sangre, Sv / Sa es la ratio entre las áreas registradas por los dos sensores Doppler en las líneas venosa y arterial, respectivamente, después de la inyección del bolo del indicador, y R es la recirculación existente con las líneas sanguíneas revertidas.

2. Método por dilución del hematocrito o Delta-H

Es un método optodilucional que utiliza el monitor Crit-Line® III (ABF-mode). Se trata de una técnica fotométrica fundamentada en la relación inversa existente entre la volemia y el hematocrito. El Q_A se determina durante la primera hora de la sesión de HD a partir de los cambios del hematocrito en relación con cambios bruscos de la UF, desde 0,1 hasta 1,8 l/h, con las líneas de HD en configuración normal e invertida. Los cambios del hematocrito son registrados continuamente por un sensor óptico en forma de pinza, que se acopla a una cámara sanguínea insertada entre el dializador y la línea arterial. El Q_A se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_A = (UF_{max} - UF_{min}) \times Hto_{max} \text{ inv} / D \text{ Hto inv} - D \text{ Hto nor}$$

Donde UF_{max} es la UF máxima, UF_{min} es la UF mínima, $Hto_{max} \text{ inv}$ es el hematocrito máximo obtenido con las líneas de HD en posición invertida, $D \text{ Hto inv}$ es el cambio en el hematocrito con las líneas invertidas, y $D \text{ Hto nor}$ es el cambio en el hematocrito con las líneas de HD en situación normal.

3. Método de termodilución

El Q_A se determina utilizando el sensor de temperatura sanguínea BTM incorporado en algunas máquinas de HD. Este método dilucional calcula Q_A a partir de los valores de recirculación obtenidos con las líneas de HD en posición normal e invertida. El proceso de determinación se inicia a partir de la producción de un bolo de temperatura secundario a la disminución autolimitada (2 °C durante 2 min) de la temperatura del líquido de HD. Inicialmente, este descenso térmico es captado por el sensor de temperatura de la línea venosa y, después de viajar por la circulación cardiopulmonar del paciente, regresa ya reducido hacia el dializador y es captado por el sensor de temperatura de la línea arterial. La cuantificación del último bolo de temperatura arterial, en relación con el bolo de temperatura venoso generado inicialmente, permite calcular el porcentaje de recirculación existente con las líneas de HD en configuración normal; el mismo procedimiento se efectúa con las líneas de HD en configuración invertida. A partir de ambos valores de recirculación, el Q_A se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_A = (Q_S - TUF) \times (1 - R_X - R_N + R_X \times R_N) / R_X - R_X \times R_N - (Q_S - TUF / Q_S) \times (R_N - R_X \times R_N)$$

Donde Q_S es el flujo efectivo de sangre (ml/min), TUF es la tasa de UF (ml/min), R_N es la recirculación obtenida con las líneas de HD en posición normal y R_X es la recirculación obtenida con las líneas de HD en posición invertida. Para la correcta obtención de los valores de recirculación, es preciso que se mantengan constantes durante todo el tiempo de la determinación tanto Q_S como TUF .

4. Técnica de gradiente de temperatura

El Q_A también se determina utilizando el sensor BTM incorporado en algunas máquinas de HD. La técnica del gradiente de temperatura permite calcular el Q_A a partir de los valores de temperatura obtenidos con las líneas de HD, en posición normal e invertida, sin necesidad de generar ningún bolo de temperatura. El valor de Q_A se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$Q_A = (Q_{B,x} - TUF) \times T_{art,x} - T_{ven,x} / T_{art,n} - T_{art,x}$$

Donde $Q_{B,x}$ es el flujo efectivo de sangre con las líneas de HD en posición invertida (ml/min), TUF es la tasa de UF (ml/min), $T_{art,n}$ es la temperatura de la línea arterial con las líneas de HD en posición normal, $T_{art,x}$ es la temperatura de la línea arterial con las líneas de HD en posición invertida y $T_{ven,x}$ es la temperatura de la línea venosa con las líneas de HD en posición invertida. Para calcular correctamente el Q_A se precisa que se mantengan constantes el Q_B , la TUF y la temperatura del líquido de HD (35,5 °C) durante todo el tiempo de la determinación.

5. Método de dialisancia iónica

La dialisancia iónica es el equivalente al aclaramiento "efectivo" de urea. Para su aplicación se requieren máquinas de HD con sensores incorporados, que permitan la lectura automática de la dialisancia iónica mediante el análisis de la conductividad del líquido de HD a la entrada y a la salida del dializador. Una vez obtenidas mediciones de la dialisancia iónica o aclaramiento de urea (K), tanto en líneas en posición normal como en posición invertida, aplicando la siguiente fórmula se puede obtener el valor de Q_A :

$$Q_A = D_{inv} \times (D_{nor} - TUF) / (D_{nor} - D_{inv})$$

Donde D_{inv} es el valor de la dialisancia iónica con las líneas de HD en situación invertida, D_{nor} es la lectura de la dialisancia iónica con las líneas de HD en posición normal y TUF es la tasa de UF en ml/min.

Treacy et al³⁵⁶ referida a 53 FAVn estudiadas mediante el método de termodilución: el resultado funcional obtenido fue diferente según la topografía de la FAVn en la tabaquera anatómica, antebrazo distal, antebrazo proximal, humerocefálica y humerobasilica, de menor a mayor Q_A .

En algunas series se ha demostrado una mejor función de la FAV, es decir, un mayor Q_A , en los enfermos con antecedente de alguna FAV previa ipsilateral^{345,357}. La existencia de una arterialización venosa previa puede explicar esta diferencia funcional. Es decir, el antecedente de una FAV funcionante de localización más distal en la misma extremidad puede condicionar la función de una nueva FAVn secundaria de localización proximal. En este sentido, en una serie de Begin et al³⁵⁷, referida a 45 enfermos portadores de FAVn, el Q_A de los pacientes con FAVn humerocefálica, objetivado mediante el método de dilución ultrasónica, fue superior en caso de antecedente de una FAVn radiocefálica previamente funcionante en el mismo brazo con relación al resto de enfermos (1.800 ± 919 frente a 1.167 ± 528 ml/min).

El control funcional de la FAV mediante determinaciones de Q_A ha permitido demostrar una incidencia de patología de la arteria nutricia superior a la reportada en series históricas y cifrada actualmente en alrededor del 30% del total de casos de FAV disfuncionante^{333,358,359}. Además, mediante esta vigilancia de la FAV se ha podido tipificar la patología de la arteria radial en la FAVn radiocefálica en 3 grupos bien diferenciados³³³.

La vigilancia de la FAV mediante mediciones periódicas de Q_A permite, además de efectuar el diagnóstico de la estenosis de la FAV, identificar a las FAV hiperdinámicas con un Q_A excesivo capaces de provocar insuficiencia cardíaca^{360,361}. Existe un riesgo elevado de insuficiencia cardíaca secundaria a la FAV cuando el Q_A de este es ≥ 2.000 ml/min o al 20% del GC¹⁹⁴. En estos casos es razonable efectuar un seguimiento cardiológico estricto mediante ecocardiogramas periódicos. Por otra parte, también puede producirse descompensación cardíaca ante un $Q_A < 2.000$ ml/min en pacientes con una reserva miocárdica reducida³⁶⁰.

En algunos casos, la estimación del Q_A de la FAV y de la PA pulmonar sistólica de forma conjunta por métodos no invasivos (método Delta-H y ED, respectivamente) ha permitido efectuar el diagnóstico, sentar la indicación quirúrgica "banding" y efectuar el seguimiento postoperatorio de la FAV con repercusión hemodinámica³⁶¹.

4.7. PRUEBAS DE IMAGEN. VIGILANCIA DE LA FÍSTULA ARTERIOVENOSA POR ECOGRAFÍA DOPPLER

Recomendaciones

- NUEVA** (♦) R 4.7.1. Se recomienda utilizar indistintamente tanto la ED como los métodos de cribado dilucionales para evaluar la función de la FAV, ya que presentan un rendimiento equivalente en la determinación del Q_A .
- NUEVA** (♦) R 4.7.2) Se recomienda la ED como exploración de imagen de primera elección en manos de un explorador experimentado, sin necesidad de fistulografía confirmatoria, para indicar el tratamiento electivo ante toda sospecha de una estenosis significativa.
- NUEVA** (♦) R 4.7.3) Se recomienda reservar la fistulografía como exploración diagnóstica de imagen únicamente para los casos de resultado no concluyente de la ED y sospecha persistente de estenosis significativa.

La ED es una técnica de imagen que permite la exploración, tanto de las FAVn como de las FAVp, mediante un transductor lineal emisor y receptor de ultrasonidos aplicado en los distintos planos de la FAV (**Tabla 17**). A pesar de algunos inconvenientes (técnica dependiente del operador, imposibilidad de su utilización en caso de vendajes y/o heridas y dificultades de valoración en caso de calcificación vascular), el uso de la imagen ecográfica junto con el Doppler presenta una difusión creciente para la vigilancia de la FAV, ya que se trata de un método de segunda generación no invasivo, que no utiliza radiaciones ionizantes ni medios de contraste yodados y que, además, es barato y de fácil disponibilidad³⁶². En la **Tabla 18** se comentan otras exploraciones por imagen de la FAV.

La ED presenta las siguientes prestaciones en la vigilancia de la FAV^{52,363,364}:

- Método de diagnóstico rápido que se puede utilizar in situ en la sala de HD (ecógrafo portátil) ante cualquier alteración de la FAV detectada por algún método de primera generación o por un descenso de Q_A registrado por alguna técnica dilucional²²³. En una serie nacional referida a 119 exploraciones mediante ED portátil efectuadas por el nefrólogo en 67 FAV, se diagnosticaron 31 estenosis en 44 casos de dificultad en la punción, sin ningún otro signo de alarma de estenosis²²³, demostrando la utilidad de la ED utilizada por cualquier profesional bien entrenado.

- Método reglado de vigilancia para la evaluación periódica de la FAV. La ED permite la visualización directa de la FAV y, por tanto, permite efectuar la vigilancia morfológica de esta³⁶⁵⁻³⁶⁸.
- Información hemodinámica de la FAV. La ED permite la determinación directa del Q_A y, por tanto, la vigilancia funcional de la FAV³⁶⁹. El cálculo de Q_A (ml/min), preferentemente sobre la arteria humeral, se efectúa aplicando la siguiente fórmula³⁶⁷:

$$Q_A = \text{Promedio de la velocidad media (m/s)} \\ \times \text{área transversal (mm}^2\text{)} \times 60$$

Diversos autores han constatado que el Q_A determinado por ED es significativamente inferior en las FAV con estenosis que en el resto de las FAV^{303,369}. Se ha demostrado una correlación positiva del Q_A de la vena arterializada de la FAVn determinada por ED con su diámetro y con parámetros de la arteria nutricia (diámetro y Q_A arteriales)³⁶⁹. También se ha evidenciado una correlación significativa entre el Q_A obtenido por ED y por diversos métodos dilucionales^{369,370}.

- Prueba de imagen de elección para confirmar, localizar y cuantificar la estenosis de la FAV detectada mediante los métodos de cribado antes de efectuar el tratamien-

Tabla 17. Vigilancia la fistula arteriovenosa mediante ecografía Doppler.

- La exploración ecográfica comienza con el correcto posicionamiento del paciente y del explorador. Aunque es recomendable realizar el estudio con el paciente en decúbito supino, en los pacientes con disminución de su movilidad es posible realizarlo en sedestación. El miembro estudiado debe situarse mas proximo al explorador, con una angulación de unos 45° con respecto al cuerpo del paciente y siempre en una posición cómoda. Situar el miembro estudiado sobre las rodillas del explorador facilita su movilización y el posicionamiento de la sonda ecográfica. Siempre que sea posible, el estudio debe realizarse durante los días en que el paciente no realiza la HD para evitar apósitos o puntos sangrantes, salvo indicación de estudio ecográfico urgente. Si se realiza durante la lizarse durante la primera hora para evitar el sesgo de la depleción de volumen
- La sonda exploratoria a utilizar debe ser de tipo lineal multifrecuencia, con frecuencias de estudio de entre 7,5 y 12,5 mHz. Es necesario que el ecógrafo incorpore, junto al modo B (escala de grises), el modo Doppler color y Doppler pulsado y que sea capaz de realizar el cálculo de velocidades y del flujo. La disponibilidad de sondas con mayor resolución espacial, aunque con menor penetración, es muy útil para valorar las alteraciones en las paredes vasculares, medición de anastomosis y estudio de los tejidos blandos yuxtananastomóticos y perivasculares

El estudio se inicia en modo B (escala de grises) valorándose la arteria aferente, la anastomosis arteriovenosa y la vena eferente. La exploración en escala de grises nos proporciona una rápida y valiosa información sobre los siguientes aspectos:

1. Estudio de la pared y diámetros de las estructuras vasculares
 2. Diámetro de la anastomosis quirúrgica
 3. Presencia de hematomas, fibrosis, edema, calcificaciones vasculares, aneurismas y pseudoaneurismas
 4. Detección de estenosis morfológicas o venas de calibre reducido
 5. Visualización de venas colaterales
 6. Tortuosidad de los vasos
 7. Proximidad de la vena eferente a la arteria aferente
 8. Presencia de trombosis parcial o total de la FAV
- El estudio Doppler, tanto en color como en el análisis espectral, confirma los hallazgos que ya han sido detectados en el estudio con escala de grises y aporta datos hemodinámicos de la FAV: morfología de la curva velocimétrica, velocidad de pico sistólica (VPS), velocidad diastólica (VD), índice de resistencia (IR), índice de pulsatilidad (IP) y flujo sanguíneo (Q_A)
 - El estudio se realiza a lo largo de todo el miembro, comenzando en la arteria aferente y terminando en las venas centrales, incluyendo la vena yugular interna. Las venas yugular y subclavia se deben explorar en búsqueda de estenosis o trombos secundarios a cateterizaciones previas; es muy importante la valoración de sus ondas espectrales en busca de una fasicidad respiratoria y la transmisión de la pulsatilidad cardíaca que descartarían una oclusión o estenosis central
 - La onda de análisis espectral debe obtenerse con un ángulo $\leq 60^\circ$ dado que las medidas de las velocidades obtenidas por encima de ese ángulo darán resultados incorrectos, por el error generado por la fórmula de cálculo de velocidades que se aplica. Un cálculo inadecuado de la velocidad media originaría errores en la medición del flujo. El ángulo de insonación, sin embargo, no afecta al cálculo del IR. La VPS, la VD, el IP y el IR se miden sobre la arteria aferente proximal a la anastomosis a unos 5 cm de esta, para evitar los artefactos producidos por las turbulencias de la anastomosis. La medición del Q_A por ED, que se realiza sobre la vena eferente, suele proporcionar un valor inexacto y con amplias variaciones, que no se correlacionan con las mediciones realizadas por otros métodos. Las causas de esta inexactitud son: la tortuosidad del vaso venoso, las amplias variaciones en su diámetro, la facilidad de compresión con la sonda ecográfica y las características hemodinámicas (la velocidad del flujo sanguíneo en la vena eferente no es uniforme, no presenta un flujo laminar y, aunque se amplie el tamaño de la muestra, la curva de velocidades mostrara un espectro amplio de frecuencias). La arteria aferente mantiene un diámetro constante y un recorrido rectilíneo, con una curva espectral limpia y un flujo laminar que permite una medición de su flujo mucho más exacta. La arteria humeral es la de elección para la realización de medidas de Q_A dada su mejor disposición anatómica en proximidad al codo, que permite conseguir un ángulo $< 60^\circ$ en el momento de la obtención de las curvas de velocidad. La medición de Q_A en la arteria radial, aunque posible, es fuente de errores dada la dificultad de obtener un ángulo de insonación adecuado; a esto se suma la inexactitud en el cálculo cuando existe un robo (normalmente silente) y aferencia de flujo hacia la fistula desde la arteria cubital vía la arcada palmar desarrollada e invertida, que puede provocar una infraestimación de las medidas

Tabla 18. Otras exploraciones por imagen del acceso vascular.

La angiografía o fistulografía con medio de contraste yodado es una técnica precisa en el diagnóstico de las estenosis de las FAV, que explora todo el trayecto venoso hasta los vasos centrales. Esta exploración permite, además, el tratamiento percutáneo inmediato si las características de la lesión cumplen criterios para este. Por otra parte, se trata de una exploración por imagen invasiva en comparación con la ED, que expone a radiaciones ionizantes, así como a posibles efectos secundarios del contraste yodado y que, en los casos prediálisis, puede provocar un deterioro de la función renal por nefrotoxicidad. Además, no aporta información sobre la función de la FAV (Q_A) ni sobre las posibles lesiones de los tejidos blandos subyacentes (p. ej., hematomas, abscesos y seromas). Por todo ello, la fistulografía con fines exclusivamente diagnósticos debería evitarse si no se contempla la posibilidad de un tratamiento mediante abordaje terapéutico en el mismo acto. En enfermos alérgicos al contraste yodado o riesgo de nefrotoxicidad, utilizar CO₂ como medio de contraste es una alternativa válida al contraste yodado, aunque presenta porcentajes inferiores de precisión, sensibilidad y especificidad en la estimación del grado de estenosis.

Entre las ventajas de la fistulografía respecto a otras técnicas de imagen, especialmente la ED, destacan la valoración de los vasos centrales y la posibilidad de realizar en un mismo acto el estudio diagnóstico y el tratamiento. Las indicaciones de su realización serían:

1. Sospecha de estenosis o trombosis de vasos centrales con el subsecuente tratamiento mediante ATP
2. Estenosis significativa confirmada mediante ED susceptible de tratamiento
3. Sospecha persistente de estenosis significativa a pesar del resultado negativo de la ED

En relación con la fistulografía convencional, la tomografía computarizada y la resonancia magnética presenta un perfil coste-beneficio desfavorable. Además, se ha descrito el desarrollo de fibrosis sistémica nefrogénica tras la administración de gadolinio como medio de contraste de la resonancia magnética en pacientes con insuficiencia renal.

ATP: angioplastia transluminal percutánea; ED: ecografía Doppler; FAV: fístula arteriovenosa; Q_A : flujo sanguíneo.

to electivo^{303,371-373}. En este sentido se ha descrito una correlación lineal entre la ED y la fistulografía para diagnosticar la estenosis significativa de la FAV^{373,374}. Además, permite efectuar la vigilancia de estenosis consideradas no significativas³⁷⁵. Los criterios ecográficos descritos para el diagnóstico de la estenosis significativa de la FAV se muestran en la **Tabla 19**^{52,84,376}.

- Permite la valoración morfológica y funcional de otras disfunciones de la FAV no relacionadas con la estenosis o trombosis como aneurismas y pseudoaneurismas, hematomas, abscesos, etc.

Tabla 19. Criterios ecográficos descritos de la estenosis significativa de la fístula arteriovenosa.

Criterios morfológicos

- Reducción de la luz vascular $\geq 50\%$

Criterios funcionales

- Fenómeno de "aliasing" pronunciado como signo de flujo turbulento. Criterio de sospecha, no diagnóstico
- PVS > 400 cm/s. No valorable en la zona de la anastomosis
- Ratio de PVS. Es el cociente entre el PVS en la zona de la estenosis y el PVS de la zona preestenótica. Se considera diagnóstico si es > 2 .
- Características indirectas en la arteria humeral: onda Doppler de alta resistencia, índice de resistencia $> 0,6$
- Valores de Q_A obtenidos preferentemente a nivel de la arteria humeral: absoluto < 500 (FAVn) o < 600 (FAVp) ml/min, o bien disminución temporal de $Q_A > 25\%$

FAVn: fístula arteriovenosa nativa; FAVp: fístula arteriovenosa protésica; PVS: pico de velocidad sistólica; Q_A : flujo sanguíneo.

Pregunta Clínica X: ¿Cuál es el rendimiento de la ecografía Doppler frente a los métodos dilucionales de screening para determinar el flujo sanguíneo de la fístula arteriovenosa?

Resumen de la evidencia

No se han encontrado estudios comparativos de distintos métodos de determinación de Q_A en relación con parámetros de la FAV (supervivencia, permeabilidad, trombosis), efectos adversos o mortalidad.	Calidad baja
Los estudios disponibles proporcionan preferentemente información sobre el resultado de distintas técnicas (curvas ROC), o sobre la concordancia de resultados entre ellas.	
Los estudios comparativos de las determinaciones de Q_A muestran una alta concordancia de los valores de Q_A entre el método de dilución por ultrasonidos y la ED, por una parte, y entre la dilución por ultrasonidos y la termodilución, por otra.	Calidad baja

Desarrollo de la síntesis de la evidencia

Ecografía Doppler frente a dilución por ultrasonidos

En el estudio de Weitzel et al³⁷⁷ se evaluó la comparabilidad de las mediciones de Q_A por ED con las realizadas por dilución con ultrasonidos en 24 pacientes con FAVp.

En este estudio también se evaluó la reproducibilidad de la ED en 54 pares de mediciones. Las variaciones de medición por ED eran del 4% para FAVp con $Q_A < 800$ ml/min ($n=17$), del 6% para FAVp con flujo Q_A entre 801 y 1.600 ml/min ($n=22$) y del 11% para FAVp con $Q_A > 1.600$ ml/min ($n=15$). El coeficiente de variación medio de la medición fue del 7% para ED en comparación con el 5% para la dilución por ultrasonidos. Los coeficientes de correlación (r) entre las mediciones de Q_A por ED y por ultrasonografía dilucional fueron 0,79 ($n=24$; $p < 0,0001$), 0,84 para FAVp con $Q_A < 2.000$ ml/min ($n=20$; $p < 0,0001$) y 0,91 para FAVp con $Q_A < 1.600$ ml/min ($n=18$; $p < 0,0001$). Concluyeron que la ED produce mediciones reproducibles de Q_A que se correlacionan con las mediciones por dilución por ultrasonidos³⁷⁷.

El estudio de Schwarz et al³⁷⁸ comparó ambas técnicas usando la fistulografía como referencia. Evaluaron 59 pacientes de HD con FAVn de antebrazo mediante la técnica de dilución con ultrasonidos, la ED y la fistulografía, por este orden, y diagnosticaron estenosis de la FAVn en 41 pacientes que fueron tratados con ATP. El desempeño de ambas técnicas, evaluadas por curvas ROC, fue similar: las áreas promedio bajo la curva eran de 0,79 (IC del 95%:0,66-0,91) para la dilución con ultrasonidos y de 0,80 (IC del 95%:0,65-0,94) para la ED. La correlación entre la medición por dilución con ultrasonidos y por ED de los valores obtenidos de Q_A fue de 0,37 (Spearman =0,004). El valor de corte óptimo calculado para la predicción de la estenosis fue de 465 ml/min para la dilución con ultrasonidos y de 390 ml/min para la ED. Ambas técnicas de ultrasonido fueron válidas para predecir la estenosis de la FAVn ($p < 0,01$). En 13 pacientes se produjo reestenosis en los primeros 6 meses después de la ATP. El Q_A obtenido medido por dilución con ultrasonidos después de la ATP fue significativamente menor en estos 13 pacientes en comparación con los otros 21 pacientes. Los autores concluyeron que la vigilancia del Q_A de FAVn para HD mediante técnicas de ultrasonidos proporciona una predicción razonable de estenosis y reestenosis³⁷⁸.

El estudio de Lopot et al³⁷⁹ proporcionó datos de comparación de las mediciones por ED y por ultrasonografía dilucional, que usaban como técnica de referencia en 27 pacientes, y encontró una buena correlación entre ambas técnicas ($r=0,8691$).

El estudio de Lin et al³⁸⁰ comparó la reproducibilidad y correlación de las mediciones Q_A por un método Doppler de Q_B variable combinado con el análisis espectral de las imágenes Doppler color (VPFDUM),

con el método de dilución ultrasónica y el método de ED convencional, en 73 pacientes en HD, 70 con FAVn y 3 con FAVp. El valor medio de Q_A por VPFDUM ($870,8 \pm 412,0$ ml/min) era muy similar al de las mediciones por dilución ultrasónica ($868,6 \pm 417,9$ ml/min), pero mayor que el de las mediciones por ED convencional ($685,1 \pm 303,6$ ml/min; $p < 0,005$). Los valores medios de coeficiente de variación fueron similares por VPFDUM (1,6%) y dilución ultrasónica (1,4%), pero inferiores a los de ED convencional (6,8%, $p < 0,01$). El coeficiente de correlación y el coeficiente de correlación intraclase (CCI) de las mediciones repetidas Q_A por VPFDUM (0,985 y 0,993; $p < 0,001$) fueron también similares a los de la dilución ultrasónica (0,992 y 0,995; $p < 0,001$), pero ligeramente superiores a los de ED convencional (0,917 y 0,948; $p < 0,005$). La reproducibilidad de la técnica VPFDUM ($r=0,98$; $p < 0,0001$) y la correlación entre la VPFDUM y la dilución ultrasónica ($r=0,99$; $p < 0,0001$) en las mediciones de Q_A fueron buenas. La permeabilidad no asistida de la FAV a los 6 meses fue significativamente inferior en pacientes con un $Q_A < 500$ ml/min que en aquellos con un $Q_A > 500$ ml/min (el 13,6 frente al 92,2%; $p < 0,0001$). Concluyeron que la técnica VPFDUM es un procedimiento no invasivo, preciso y fiable para la medición de Q_A y con poder predictivo en la supervivencia de la FAV³⁸⁰.

Ecografía Doppler frente a otros métodos dilucionales

Roca-Tey et al³⁶⁹ efectuaron un estudio funcional comparativo entre los métodos ED y Delta-H en la determinación de Q_A de la FAV (84,8% de FAVn) en 33 pacientes prevalentes en HD crónica. En el análisis de concordancia diagnóstica, el CCI entre los valores de Q_A de la FAV obtenidos mediante ambos métodos fue de 0,74 ($p < 0,0001$). Los autores concluyeron que los métodos ED y Delta-H son superponibles para la determinación del Q_A de la FAV³⁶⁹.

Fontseré et al³⁸¹ compararon la termodilución en la medición del Q_A respecto a la ED, que utilizan como técnica de referencia, en un estudio transversal realizado en 64 pacientes en programa de HD mediante FAVn (54) y FAVp (10). El Q_A medio obtenido por ED fue de 1.426 ± 753 ml/min para FAVn y de 1.186 ± 789 ml/min para FAVp. Los valores obtenidos por termodilución fueron 1.372 ± 770 para FAVn (sesgo: 54,6; CCI: 0,923) y 1.176 ± 758 para FAVp (sesgo: 10,2; CCI: 0,992). En el subgrupo de 28 pacientes portadores de FAVn radiocefálica lateroterminal, el Q_A obtenido por ED fue de 1.232 ± 767 ml/min. A nivel de la arteria

radial, 942 (CCI:0,805); arteria radial-cubital, 1.103 (CCI:0,973); vena cefálica, 788 (CCI:0,772), y con termodilución, 1.026 (CCI:0,971). Concluyeron que la termodilución es un método indirecto útil para la medición de Q_A . En el subgrupo de pacientes con FAVn radiocefálicas resultó más preciso el sumatorio de Q_A obtenido en arterias radial y cubital. Sin embargo, la termodilución también presentó una excelente correlación con la arteria humeral³⁸¹.

Sacquépée et al³⁸² estudiaron la correlación de los valores de Q_A obtenidos mediante termodilución y ED en 15 pacientes dializados a través de FAVn (14) y FAVp (1). El promedio de Q_A fue 1.088 ± 576 l/min medido por ED y 1.094 ± 570 medido por termodilución. La comparación de los valores de Q_A obtenidos por ambas técnicas mostró una fuerte relación lineal.

De la evidencia a la recomendación

Debido a su elevada concordancia para la determinación del Q_A de la FAV, los métodos de cribado diluicionales como la dilución por ultrasonidos o el Delta-H o la termodilución son equivalentes a la ED^{369,370,377-382}.

Pregunta clínica X. Recomendación

R 4.7.1. Se recomienda utilizar indistintamente tanto la ED como los métodos de cribado diluicionales para evaluar la función de la FAV, ya que presentan un rendimiento equivalente en la determinación del Q_A .



Pregunta Clínica XI: ¿La ecografía Doppler reglada efectuada por un explorador experimentado puede sustituir a la angiografía como gold standard para el diagnóstico de confirmación de la estenosis significativa de la fístula arteriovenosa?



Resumen de la evidencia

Los valores de sensibilidad y especificidad de la ED efectuada por un explorador experimentado para el diagnóstico de confirmación de la estenosis significativa de la FAV son elevados (el 89,3 y el 94,7%, respectivamente) en relación con la fistulografía, pero no lo suficiente para poder sustituirla.

Calidad baja

No se dispone de estudios controlados que hayan evaluado las consecuencias clínicas de estudiar a los pacientes con disfunciones en la FAV para la HD que hagan sospechar una posible estenosis significativa, por medio de solo ED o por medio de angiografía.

Desarrollo de la síntesis de la evidencia

Para la formulación de recomendaciones en esta guía se realizó un metaanálisis (utilizando el programa MetaAnalyst, 11-11-2013), que incluyó 4 estudios realizados en los últimos 10 años que proporcionan datos completos para poder calcular la sensibilidad y especificidad de la ED reglada frente a la fistulografía, para el diagnóstico de confirmación de la estenosis significativa de la FAV en pacientes con sospecha clínica de estenosis^{364,374,383,384}. El metaanálisis, con datos de 755 pacientes, de los cuales 319 fueron diagnosticados de estenosis significativa por fistulografía (prevalencia: 42,3%), proporcionó unos valores globales elevados de sensibilidad del 89,3% (IC del 95%, 84,7-92,6) y de especificidad del 94,7% (IC del 95%, 91,8-96,6) para la ED (**Figuras 3 y 4**). Esos valores son altos, pero insuficientes para poder considerar a la ED como sustituta de la fistulografía como "gold standard" para el diagnóstico de confirmación de la estenosis significativa de la FAV. Ninguna prueba diagnóstica que deje sin detectar el 10% de los casos puede ser considerada como "gold standard".

Sin embargo, la respuesta a esta pregunta clínica nos conduce a plantear otras cuestiones: ¿cuál es la prueba inicial con la que se debe evaluar a los pacientes con sospecha de estenosis de la FAV: la ED o la fistulografía?, ¿es suficiente el resultado de la ED para indicar la intervención electiva en los pacientes con una sospecha de estenosis generada tras aplicar otros métodos de cribado?

Las decisiones clínicas no dependen únicamente de la sensibilidad y especificidad de la ED para diagnosticar correctamente la estenosis significativa, sino que también dependen, en gran medida, de la prevalencia real de estenosis significativa entre los pacientes con sospecha de estenosis generada tras aplicar métodos de monitorización y/o vigilancia de la FAV. Para una sensibilidad y especificidad fijas, los errores y aciertos diagnósticos van a ser muy influenciados por la prevalencia de la patología estudiada. Como se puede observar en la **Tabla 20**, el VPP de la ED, es decir, el

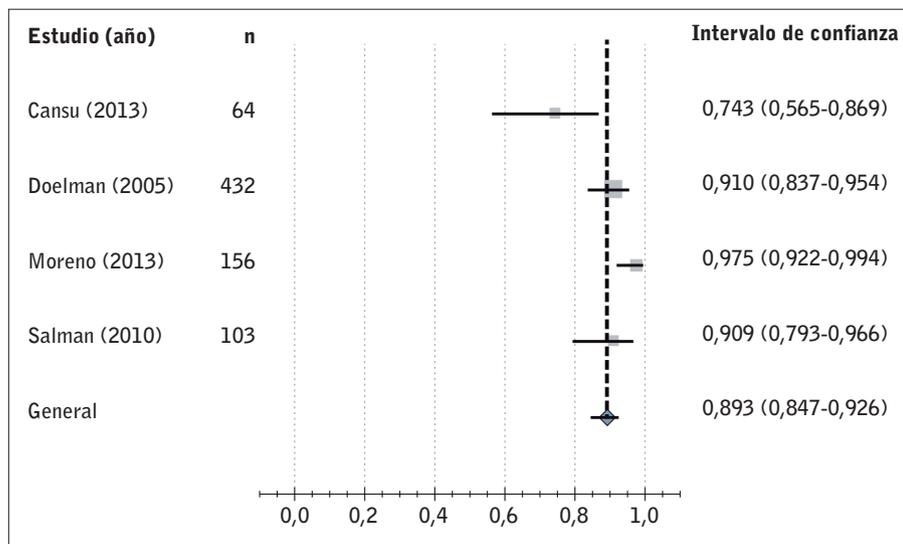


Figura 3. Sensibilidad de la ED frente a la fistulografía para el diagnóstico de confirmación de la estenosis significativa de la fistula arteriovenosa ante la sospecha clínica de estenosis obtenida en un metaanálisis de cuatro estudios: 89,3% (IC del 95%, 84,7-92,6).

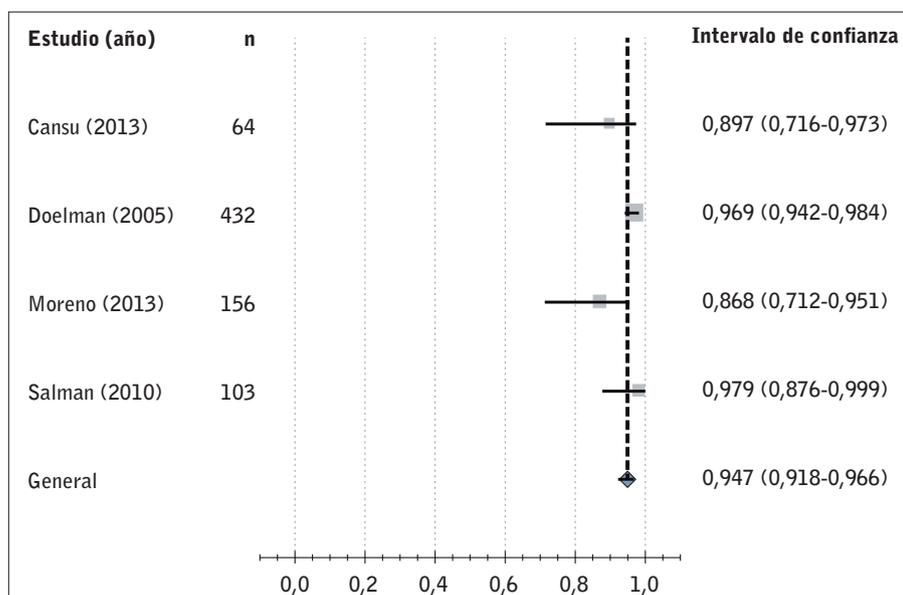


Figura 4. Especificidad de la ED frente a la fistulografía para el diagnóstico de confirmación de la estenosis significativa de la fistula arteriovenosa ante la sospecha clínica de estenosis obtenida en un metaanálisis de cuatro estudios: 94,7% (IC del 95%, 91,8-96,6).

La opción de utilizar la ED como prueba diagnóstica inicial para evaluar una posible estenosis significativa tendría, de entrada, una gran repercusión: se dejaría de realizar la angiografía siempre a todos los pacientes, prueba invasiva, con posibles efectos secundarios y de mayor coste.

Es indudable que hay dos grupos de pacientes en los que hay una ganancia clara en usar la ED sin efectuar la fistulografía, ya que se llegaría a la misma conclusión que usando la fistulografía, se expondría a los pacientes a menores riesgos y es económicamente más barato. Por un lado, estarían los verdaderos positivos, pacientes con estenosis significativa en los que se indicaría directamente la intervención preventiva de la estenosis. Por otro lado, estarían los verdaderos negativos, pacientes sin ninguna estenosis que se mantendrán en el programa de seguimiento habitual.

Hay que considerar especialmente los casos *falsos negativos*, es decir, FAV con estenosis significativa en los que la ED no ha sido capaz de establecer el diagnóstico. En estos casos seleccionados, la sospecha persistirá, a pesar del resultado de la ED y, por tanto, parece razonable efectuar entonces la fistulografía, que acabará proporcionando el diagnóstico de certeza de la estenosis.

Por tanto, el uso de la ED como prueba diagnóstica de imagen de primera elección en pacientes con sospecha de estenosis significativa parece una decisión sensata, tanto desde el punto de vista clínico como económico. Dado que los porcentajes de falsos positivos son bajos, se podría tratar de forma electiva a quienes dieran positivo en la ED, sin realizarles fistulografía de confirmación. En pacientes con sospecha persistente de estenosis significativa en los que una ED previa no ha sido concluyente sería recomendable realizar una fistulografía y efectuar el tratamiento preventivo si se confirma entonces la estenosis.

porcentaje de pacientes que presentan realmente una estenosis significativa entre los diagnosticados por ED, aumenta progresivamente a medida que aumenta la prevalencia de estenosis significativa entre los pacientes con sospecha de presentarla. De esta forma, cuando la prevalencia de estenosis significativa es del 50%, el VPP de la ED es del 94,4% y este porcentaje se incrementa a medida que se alcanzan prevalencias superiores.

Tabla 20. Valores predictivos positivos VPP y negativos VPN de la ecografía Doppler según la prevalencia de estenosis significativa.

Prevalencia de estenosis significativa (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
VPP (%)	0,0	65,2	80,8	87,8	91,8	94,4	96,2	97,5	98,5	99,3	100,0
VPN (%)	100,0	98,8	97,3	95,4	93,0	89,8	85,5	79,1	68,9	49,6	0,0
Acierto (%)	94,7	94,16	93,62	93,08	92,54	92	91,46	90,92	90,38	89,84	89,3

VPP: valor predictivo positivo, **VPN:** valor predictivo negativo.

No se dispone de estudios controlados que hayan evaluado las consecuencias clínicas de estudiar a los pacientes con disfunciones en la FAV que hagan sospechar una posible estenosis significativa, por medio de solo ED o por medio de angiografía.

No se han identificado estudios relevantes relacionados con las preferencias de los pacientes. Parece lógico pensar que, si se diera igualdad de rendimientos clínicos, los pacientes preferirían las técnicas no invasivas y que no supongan exposición a radiaciones.

Tampoco se han identificado estudios relevantes relacionados respecto al uso de recursos y costes. La ED es una técnica más barata que la fistulografía. La estrategia diagnóstica de iniciar el estudio con ED y reservar la fistulografía para los casos de sospecha repetida que han dado negativo en la ED es más coste-efectiva que realizar la fistulografía a todos los pacientes con sospecha de estenosis.

De la evidencia a la recomendación

Aunque no puede sustituir a la fistulografía como "gold standard", la ED es un método diagnóstico de imagen no invasivo, inocuo para el paciente, presenta unas elevadas sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de la estenosis significativa, aporta una valiosa información funcional adicional, su versión portátil puede utilizarse in situ en la sala de HD y, además, presenta un perfil de coste-efectividad favorable. Por todo ello, de forma unanime, el GEMAV considera que la mejor estrategia diagnóstica es realizar la ED como exploración de imagen inicial ante toda sospecha de estenosis y reservar a la fistulografía para los casos de resultado negativo y sospecha persistente de estenosis.

Pregunta clínica XI. Recomendaciones

R 4.7.2) Se recomienda la ED como exploración de imagen de primera elección en manos de un explorador experimentado, sin necesidad de fistulografía confirmatoria, para indicar el tratamiento electivo ante toda sospecha de una estenosis significativa.

R 4.7.3) Se recomienda reservar la fistulografía como exploración diagnóstica de imagen únicamente para los casos de resultado no concluyente de la ED y sospecha persistente de estenosis significativa.

4.8. PODER PREDICTIVO DE LOS MÉTODOS DE PRIMERA Y SEGUNDA GENERACIÓN PARA LA DETECCIÓN DE LA ESTENOSIS Y LA TROMBOSIS DE LA FÍSTULA ARTERIOVENOSA

Recomendaciones

NUEVA (💎) *R 4.8.1) Según el concepto vigente de estenosis significativa, no se recomienda efectuar la vigilancia de la FAVp mediante los métodos de cribado de segunda generación, tanto con las técnicas diluccionales para estimar el Q_A como con la ED.*

NUEVA (💎) *R 4.8.2) Según el concepto vigente de estenosis significativa se recomienda efectuar la monitorización de la FAVp mediante los métodos de cribado de primera generación.*

NUEVA (💎) *R 4.8.3) Según el concepto vigente de estenosis significativa se recomienda utilizar tanto los métodos de primera como de segunda generación para la monitorización y vigilancia de la FAVn.*

? **Pregunta Clínica XII: ¿Qué método de monitorización o de vigilancia no invasivo de cribado de la fístula arteriovenosa para hemodiálisis presenta poder predictivo de estenosis o de trombosis o de aumento de la supervivencia de la fístula arteriovenosa protésica en el enfermo prevalente, y con qué periodicidad?**

**Resumen de la evidencia**

En el año 2008 se publicaron dos metaanálisis que cuestionaban el papel de los métodos de vigilancia del AV según el criterio vigente KDOQI de estenosis significativa^{385,386}. El beneficio atribuido por los estudios observacionales a los métodos de vigilancia de FAVp, en relación con la disminución de la incidencia de trombosis y al aumento de su supervivencia, desaparece en los ensayos clínicos controlados y aleatorizados³⁵⁴.

No se han evidenciado diferencias significativas en la estimación del riesgo de trombosis o de pérdida definitiva de la FAVp si a la monitorización habitual mediante los métodos de primera generación se añade la vigilancia de la FAVp mediante determinaciones periódicas de Q_A . La vigilancia activa mediante ED implica una mayor utilización de los recursos sanitarios.

El metaanálisis de Tonelli et al³⁸⁵ mostró que el cribado activo con ultrasonidos se asocia a un mayor uso de ATP y a un menor riesgo de inserciones de CVC, siendo las diferencias no significativas en relación con el número de fistulografías, de operaciones quirúrgicas o de hospitalizaciones.

No hay estudios sobre el coste-efectividad ni sobre el impacto presupuestario que supondría la generalización del uso continuado y periódico de técnicas de cribado activo en pacientes en HD con una FAVp en nuestro medio.

No se han identificado estudios relevantes relacionados con las preferencias de los pacientes.

Calidad moderada

Desarrollo de la síntesis de la evidencia

Se han encontrado 2 revisiones sistemáticas con metaanálisis, ambas publicadas en 2008, que abordan los efectos clínicos de la monitorización y de la vigilancia de la FAVp^{385,386}. La revisión de Tonelli et al³⁸⁵ solo incluye ECA, mientras que la de Casey et al³⁸⁶ incluye también estudios no aleatorizados. Ambos estudios localizan los mismos ensayos clínicos y llegan a similares conclusiones. Para esta guía se han recogido los metaanálisis de Tonelli et al³⁸⁵, por proporcionar datos más completos en el análisis estratificado para pacientes con FAVp.

Beneficio clínico del cribado frente a la práctica habitual

La revisión sistemática con metaanálisis de Tonelli et al³⁸⁵ incluyó seis ensayos clínicos, que compararon el cribado activo de FAVp (usando mediciones de Q_A o ED) frente al seguimiento habitual mediante los métodos de monitorización en 446 pacientes. En este estudio, no se encontraron diferencias significativas en la tasa de trombosis de FAVp entre los métodos activos de vigilancia y los de monitorización habitual (RR:0,94; IC del 95%, 0,77-1,16). Con datos de un ensayo clínico y 126 pacientes, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el tiempo hasta la trombosis de la FAVp entre las dos opciones de seguimiento (hazard ratio [HR]:1,13; IC del 95%: 0,71-1,80). El metaanálisis con datos de cuatro ensayos clínicos y de 381 pacientes no mostró diferencias estadísticamente significativas en la pérdida de la FAVp entre los métodos activos de vigilancia y los de monitorización habitual (HR:1,08; IC del 95%, 0,83-1,40). Los datos de dos ensayos clínicos y de 315 pacientes, tampoco mostraron diferencias en el tiempo hasta la pérdida de la FAVp (HR:0,51; IC del 95%, 0,15-1,74; alta heterogeneidad estadística I^2 :85%).

Se han descrito algunas causas que pueden explicar estos decepcionantes resultados obtenidos por los ensayos clínicos en la vigilancia de la FAVp^{316,354,387-394}:

- Diámetros de la arteria y de la vena implicados en la anastomosis. Este diámetro controla la relación entre el Q_A (o la presión venosa) y la estenosis. En caso de un bajo ratio arteria/vena, la progresión de la estenosis es tan rápida que la vigilancia periódica es incapaz de detectar una disminución de Q_A (o un aumento de la presión venosa) antes de la trombosis.
- PAM. La disminución significativa de la PA puede jugar un papel central en algunos casos de trombosis de FAVp sin sospecha previa de estenosis.
- Intervención preventiva mediante ATP. La ATP de una lesión estenótica estable o de crecimiento lento puede estimular la hiperplasia de la íntima, ocasionar una reestenosis de rápido desarrollo e influir negativamente sobre la supervivencia de la FAVp.
- Tamaño de la muestra. Un tamaño insuficiente de la muestra en los estudios publicados podría explicar los resultados obtenidos.

De la evidencia a la recomendación

No hay diferencias significativas en el riesgo de trombosis o en la supervivencia de la FAVp si se añaden los

métodos de vigilancia a los métodos habituales de monitorización. Por tanto, según el concepto vigente de estenosis significativa recogido en la guía KDOQI¹⁰, no podemos recomendar la vigilancia de la FAVp mediante los métodos de cribado de segunda generación, tanto las técnicas dilucionales para estimar el Q_A como la ED. La aplicación de estos métodos en las FAVp no es predictiva de trombosis ni permite aumentar la supervivencia de estas respecto a los métodos de primera generación, según los criterios actuales de estenosis significativa. Se recomienda la monitorización de la FAVp mediante los métodos de cribado de primera generación²⁸⁷.

Pregunta clínica XII. Recomendaciones

R 4.8.1) Según el concepto vigente de estenosis significativa, no se recomienda efectuar la vigilancia de la fístula arteriovenosa protésica mediante los métodos de cribado de segunda generación, tanto con las técnicas dilucionales para estimar el Q_A como con la ED.

R 4.8.2) Según el concepto vigente de estenosis significativa, se recomienda efectuar la monitorización de la FAVp mediante los métodos de cribado de primera generación.



Pregunta Clínica XIII: ¿Qué método de monitorización o de vigilancia no invasivo de screening de la fístula arteriovenosa para hemodiálisis presenta poder predictivo de estenosis o de trombosis o de aumento de la supervivencia de la fístula arteriovenosa nativa en el paciente prevalente y con qué periodicidad?



Resumen de la evidencia

La monitorización clínica por medio del examen físico es una prueba con alta sensibilidad y una aceptable especificidad, que proporciona altos VPP Y VPN para el diagnóstico de la estenosis significativa de la FAVn. La vigilancia activa mediante los métodos dilucionales y la ED disminuye el riesgo de trombosis y la necesidad de utilizar CVC para la HD. Actualmente, no existe evidencia en contra de la aplicación rutinaria de los métodos de cribado de segunda generación (técnicas dilucionales para deter-

Calidad
baja

minar el Q_A y la ED) para la vigilancia de la FAV. Tanto los métodos de primera como de segunda generación son eficaces para reducir la incidencia de trombosis de FAVn.

No hay evidencia fiable para efectuar ninguna recomendación sobre la periodicidad de la aplicación de los métodos de segunda generación.

No hay estudios sobre el coste-efectividad ni el impacto presupuestario que supondría la generalización del uso continuado y periódico de técnicas de cribado activo por mediciones de Q_A y ED en estos pacientes en nuestro medio.

Desarrollo de la síntesis de la evidencia

Métodos de primera generación

Un estudio prospectivo de Asif et al²⁰⁴ con 142 pacientes con FAVn analizó la precisión del examen físico para detectar lesiones estenóticas comparándolo con la fistulografía, que se considera la prueba de referencia. La sensibilidad y la especificidad del examen físico fueron del 92 y el 86%, respectivamente, para estenosis de "outflow", y del 85 y el 71% para estenosis de "inflow".

Un estudio de Campos et al³⁰³ analizó la precisión del examen físico y la medición de presión para detectar lesiones estenóticas comparándolos con la ED, que usan en el estudio como técnica de referencia. De los 84 pacientes analizados, 50 de ellos, esto es el 59%, dieron positivo a estenosis en el estudio por ED. En el examen físico dieron positivo 56 pacientes, suponiendo para la prueba una sensibilidad del 96%, una especificidad del 76%, un VPP del 86% y un VPN del 93%. En la medición de PIA dieron positivo 34 pacientes, el 40%, suponiendo para la prueba una sensibilidad del 60%, una especificidad del 88%, un VPP del 88% y un VPN del 60%.

Métodos de segunda generación

Respecto a los métodos de segunda generación hay que destacar varios metaanálisis publicados,^{385, 386, 395}. Al valorar los datos de cuatro ensayos clínicos controlados y de 360 pacientes, Tonelli et al³⁸⁵ describen que el cribado activo por ultrasonidos disminuye de manera estadísticamente significativa el riesgo de

trombosis de la FAVn (RR:0,47; IC del 95%, 0,28-0,77). Además, el tiempo transcurrido hasta llegar a la trombosis de la FAVn fue significativamente mayor en el grupo "vigilancia" respecto al grupo "control" (HR:0,30; IC del 95%, 0,16-0,56). Respecto a la pérdida de la FAV, al hacer metaanálisis con datos de dos ECA y de 141 pacientes, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas (RR:0,65; IC del 95%, 0,28-1,51) y, por último, respecto al tiempo a la pérdida del acceso, con datos de un ECA y de 60 pacientes, se encuentran diferencias estadísticamente ligeramente significativas (HR: 0,38; IC del 95%, 0,14-0,99)³⁸⁵.

Por otro lado, después de analizar los criterios funcionales escogidos para el diagnóstico de la estenosis en diversos ensayos clínicos controlados y no controlados, así como estudios observacionales, Tessitore et al³⁹⁵ llegaron a la conclusión de que la vigilancia de la FAVn mediante determinaciones de Q_A disminuye de forma significativa el riesgo de trombosis. En este sentido se ha publicado en nuestro país un estudio de casos y controles que demuestra una incidencia de trombosis de la FAV (mayoría de FAVn) significativamente inferior en pacientes dializados en una unidad de HD hospitalaria y controlados mediante determinaciones de Q_{Ar} en relación con pacientes sin seguimiento por Q_A que se dializaban en un centro periférico de HD³⁵². Salman analizó cuatro ECA (n=395) para valorar el beneficio de los métodos de vigilancia en la FAVn mediante determinaciones de Q_A y el resultado fue positivo para los tres estudios que tenían como objetivo primario la reducción de la tasa de trombosis³⁹⁶. Muchayi et al³⁹⁷ efectuaron un metaanálisis utilizando estos mismos cuatro estudios y demostraron una reducción no significativa del 36% en el riesgo de trombosis mediante la vigilancia de la FAVn.

Por lo que respecta a la supervivencia de la FAVn, el metaanálisis de Tessitore et al³⁹⁵, efectuado sobre dos ensayos clínicos controlados, demostró una reducción a la mitad del riesgo de pérdida de la FAVn utilizando un cribado mediante determinaciones de Q_{Ar} pero sin alcanzar la significación estadística dado que se trata de dos estudios unicéntricos (Verona, Italia), con un tamaño de la muestra y un seguimiento limitados^{276,398}. Recientemente se han presentado los resultados preliminares de un ensayo clínico controlado y multicéntrico efectuado en España (METTRO) sobre el efecto de los métodos de segunda generación en relación con la monitorización convencional sobre la incidencia de trombosis y la supervivencia de la FAVn, y se demuestra de forma significativa una menor tasa de trombosis y una

mayor supervivencia primaria asistida después de 1 año de seguimiento³⁹⁹.

La aplicación de las técnicas de cribado de segunda generación para la vigilancia de la FAVn posibilita disminuir la incidencia de trombosis y, por tanto, disminuir la tasa de implantación del CVC y su morbilidad asociada^{269,368,385}.

Uso de recursos y costes

No se han encontrado estudios específicos de coste-efectividad que analicen esas intervenciones en el entorno de aplicación de la guía. Tampoco hay estudios sobre el impacto presupuestario, que podría suponer la generalización del uso continuado y periódico de técnicas de cribado activo por ED en pacientes con FAVn en nuestro medio.

De la evidencia a la recomendación

Se recomienda la aplicación periódica de los métodos de cribado de segunda generación (tanto las técnicas dilucionales para estimar el flujo de la FAV o Q_A como la ED) para la vigilancia de la FAVn, ya que la evidencia existente indica un efecto beneficioso en relación con la reducción de la incidencia de trombosis y de la tasa de implantación de CVC. No existen argumentos en contra de estos métodos en relación con la tasa de trombosis y la supervivencia de la FAVn.

Pregunta clínica XIII. Recomendación

R 4.8.3) Según el concepto vigente de estenosis significativa se recomienda utilizar tanto los métodos de primera como de segunda generación para la monitorización y vigilancia de la FAVn.

4.9. FACTORES PREDICTIVOS DE TROMBOSIS DE LA FÍSTULA ARTERIOVENOSA CON ESTENOSIS

Recomendaciones

NOVA

(♦) R 4.9.1) Se recomienda considerar una estenosis como significativa ante toda disminución de la luz vascular en una FAVn o en una FAVp demostrada mediante ED que cumple con todos los criterios de alto riesgo de trombosis (los dos criterios principales y, como mínimo, un criterio adicional).

- NUEVA** (💎) R 4.9.2) Se recomienda efectuar sin demora la intervención electiva mediante ATP y/o cirugía ante el diagnóstico de una estenosis significativa en una FAV por presentar alto riesgo de trombosis.
- NUEVA** (💎) R 4.9.3) Se recomienda considerar una estenosis como no significativa ante toda disminución de la luz vascular en una FAVn o una FAVp demostrada mediante ED que no cumple con todos los criterios de alto riesgo de trombosis.
- NUEVA** (💎) R 4.9.4) Se recomienda no efectuar la intervención electiva ante el diagnóstico de una estenosis no significativa en una FAV por presentar bajo riesgo de trombosis.
- NUEVA** (💎) R 4.9.5) Se recomienda efectuar siempre un control estricto mediante los métodos de cribado de segunda generación ante toda FAV con estenosis no significativa por el riesgo de progresión a significativa.

No se han identificado estudios relevantes relacionados con valores y preferencias de los pacientes.

No se han identificado estudios relevantes relacionados con el uso de recursos y costes.

Sin embargo, a partir de los datos existentes en la actualidad, existen algunos factores morfológicos y funcionales que se consideran criterios adicionales con suficiente poder predictivo para discernir si una FAVn o una FAVp con estenosis tienen un riesgo alto o bajo de trombosis. Por tanto, el concepto de estenosis significativa debería modificarse e incluir únicamente a las FAV con elevado riesgo de trombosis por cumplir criterios de riesgo adicionales y, por tanto, tributarios de intervención correctiva.

? **Pregunta Clínica XIV: ¿Cuáles son los factores y variables demográficos, clínicos y hemodinámicos con poder predictivo de trombosis en una fístula arteriovenosa que presenta estenosis?**

 **Resumen de la evidencia**

<p>No se han encontrado estudios que analicen distintos posibles factores de riesgo de trombosis, tanto por separado como no, expresamente en pacientes con estenosis de la FAV.</p> <p>No se ha encontrado ningún factor que por separado sea un buen predictor de riesgo de trombosis de la FAV.</p> <p>Los resultados de estudios que analizan la utilidad de distintas mediciones del Q_A para predecir trombosis en el acceso y utilizan análisis de curvas ROC, indican que los métodos de vigilancia del Q_A son pobres en la predicción de la trombosis de la FAVp y llevarían a que muchos pacientes pueden someterse a procedimientos innecesarios y costosos.</p> <p>Respecto a otros factores no relacionados con el seguimiento de la FAV, ninguno de los estudios publicados encuentra riesgo aumentado de trombosis en pacientes con valores más altos de homocisteinemia.</p>	<p>Calidad baja</p>
---	-------------------------

Desarrollo de la síntesis de la evidencia

La aplicación de diversos métodos de vigilancia de la FAV en la práctica clínica habitual ha puesto de manifiesto casos de trombosis de la FAV precedidas de un registro de $Q_A > 600$ ml/min sin estenosis aparente, así como casos de estenosis $> 50\%$ estables en el tiempo que nunca se llegan a trombosar⁴⁰⁰⁻⁴⁰³. Por tanto, ante toda reducción de la luz vascular $> 50\%$ de FAVn o FAVp es necesario conocer el riesgo de trombosis de esta. Es preciso identificar si esta estenosis tiene alto riesgo de trombosis, es decir, una elevada probabilidad de progresar en el tiempo y provocar la oclusión total de la luz vascular de la FAV si no se efectúa a tiempo la intervención electiva mediante ATP o cirugía. En el otro lado de la balanza, si efectuamos un tratamiento preventivo en caso de una reducción de la luz vascular $> 50\%$, con un bajo riesgo de trombosis de FAVn o FAVp, además de ser un procedimiento innecesario y de coste económico remarcable, podemos producir una indeseada reestenosis acelerada y provocar la trombosis de la FAV que no se hubiera producido con la abstención terapéutica.

Es necesario identificar los factores o variables (demográficos, clínicos, hemodinámicos) predictivos de trombosis en toda FAV con estenosis. Su presencia o su ausencia definirá el riesgo de trombosis existente y, por tanto, permite distinguir si cualquier reducción de la luz vascular $> 50\%$ de FAVn o FAVp tiene un alto o un bajo riesgo de trombosis.

En este sentido, Paulson et al⁴⁰³ ya demostraron, en un estudio prospectivo en el año 2000, mediante el análisis de la curva ROC, que utilizar únicamente la variable funcional Q_A no proporcionaba suficiente valor predictivo de trombosis de FAVp para ser utilizado como criterio aislado en la toma de decisiones, y concluyeron que la inclusión de otras variables predictivas adicionales en asociación con el Q_A podría proporcionar el valor predictivo necesario.

Malik et al³⁶⁷ publicaron, en el año 2005, un ECA en 192 pacientes con FAVp con el objetivo de comparar la supervivencia de la FAVp (seguimiento medio, 392 ± 430 días) entre dos subgrupos de pacientes, que se clasificaron según la distinta estrategia de monitorización y vigilancia aplicada: grupo 1 ($n=97$) mediante cribado tradicional (monitorización clínica, PV y Q_A) asociado a la vigilancia mediante ED cada 3 meses y grupo 2 ($n=95$) únicamente mediante cribado tradicional. La supervivencia acumulada de la FAVp fue significativamente superior en el grupo 1 en relación con el grupo 2, que los autores atribuyeron al diagnóstico precoz de la estenosis y, por tanto, a intervenciones electivas más frecuentes sobre la estenosis de la FAVp³⁶⁷. A diferencia de otros ensayos clínicos en FAVp con resultados negativos⁴⁰⁴, ¿por qué se obtuvo este resultado positivo en este estudio? La respuesta está en la metodología, ya que las indicaciones de la ED para efectuar la fistulografía y/o el procedimiento terapéutico mediante ATP o cirugía fueron:

- Hallazgo de una estenosis significativa, definida por la presencia de un ratio de pico de velocidad sistólica (PVS) >2 , con o sin disminución de Q_A .
- Hallazgo de una estenosis no significativa en apariencia, pero asociada con descenso temporal de $Q_A > 25\%$.

En caso de incertidumbre de estenosis significativa o no significativa, la existencia de un diámetro residual $<2,0$ mm fue una indicación adicional para la fistulografía. Los pacientes que solo cumplían uno de los criterios mencionados se exploraron a las 4-6 semanas mediante ED³⁶⁷. Es decir, en este estudio ya se introdujeron una serie de factores ecográficos adicionales que permiten actuar de forma preventiva sobre estenosis significativas con riesgo de trombosis y prolongar la supervivencia de la FAVp.

El mismo grupo publicó, en el año 2009, un estudio retrospectivo en el que clasificaban las estenosis de la FAVp por ED en dos grupos diferentes³⁷⁵:

- Estenosis significativa de la FAVp o de alto riesgo de trombosis definida por la combinación de los siguientes criterios: reducción de la luz vascular $>50\%$ + ratio PVS >2 + un criterio adicional como mínimo (diámetro residual <2 mm o bien $Q_A < 600$ ml/min o descenso de $Q_A > 25\%$).
- Estenosis "borderline" de la FAVp o de bajo riesgo de trombosis ($n=102$): definida con los mismos criterios, pero sin ningún criterio adicional.

El primer grupo de estenosis se trató electivamente mediante ATP y el segundo se sometió a una estrategia de "observar-y-esperar" ("watch-and-wait"), con repetición de la ED en 6-8 semanas. Al cabo de 14 ± 6 semanas, el seguimiento de las 102 estenosis "borderline" fue: 55 sin progresión de la estenosis, 38 con aumento del grado de estenosis, 8 tratados mediante ATP por indicación clínica y un solo caso de trombosis³⁷⁵; es decir, en el momento de efectuar la nueva ED (14 ± 6 semanas), más de la mitad de las estenosis borderline se mantenían estables a lo largo del tiempo, con un riesgo de trombosis $<1\%$. Los factores de riesgo significativos para la progresión de estenosis borderline a estenosis significativa fueron el antecedente de ATP previa y el sexo femenino. Los autores concluyeron que retrasar la ATP en caso de estenosis "borderline" asintomáticas es seguro utilizando esta conducta expectante y las estenosis permanecen estables al menos a corto plazo, pero con alto riesgo de progresión, especialmente si existe el antecedente de ATP previa³⁷⁵. En nuestro país, aplicando un protocolo similar de selección de las FAV con mayor riesgo de trombosis, se ha conseguido una tasa de trombosis $<0,05$ /paciente/año⁵².

En resumen, según los datos actuales, la optimización de los métodos de vigilancia de la FAV, tanto para FAVn como para FAVp, se produciría a través de la redefinición del concepto de estenosis significativa, que incluiría únicamente las FAV con elevado riesgo de trombosis y, por tanto, tributarios de intervención electiva (fig. 5)⁴⁰⁵. De esta forma, además de los *criterios* de estenosis, según la vigente guía KDOQI, habría que constatar la repercusión hemodinámica de la estenosis y añadir algunos *criterios adicionales*, tanto morfológicos como funcionales, con poder predictivo suficiente para discernir si una FAVn o una FAVp con estenosis tiene un riesgo alto o bajo de trombosis³⁹⁴.

Estos criterios son:

- Dos criterios principales: porcentaje de reducción de la luz vascular $>50\%$ + ratio pico de la velocidad pico sistólica (VPS) >2 .

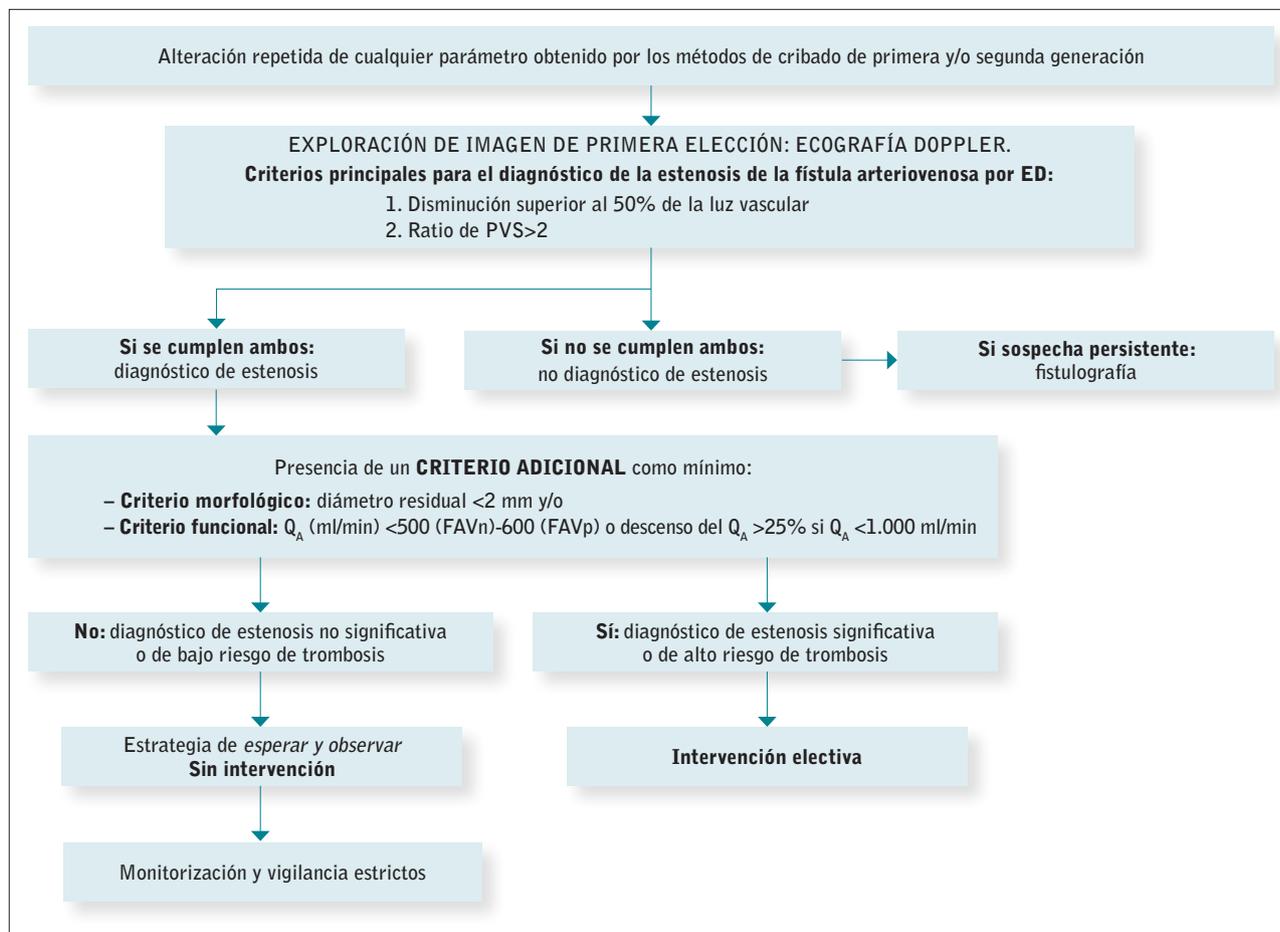


Figura 5. Algoritmo propuesto por el GEMAV para el diagnóstico de la estenosis significativa situada en la anastomosis del brazo eferente de la FAVp con la vena eferente o bien en casos de estenosis de "outflow" de la FAVn. Algunos de los criterios ecográficos pueden ser difíciles de aplicar en caso de estenosis de "inflow" de la FAVn. **ED:** ecografía Doppler; **PVS:** pico de velocidad sistólica.

- Uno de los siguientes criterios adicionales como mínimo: criterio morfológico (diámetro residual <2 mm) o criterio funcional (Q_A [ml/min] <500 [FAVn]-600 [FAVp] o $Q_A >25\%$, si $Q_A <1.000$ ml/min).

De la evidencia a la recomendación

La optimización de los métodos de vigilancia de la FAV requiere la redefinición de estenosis significativa. Se han descrito algunas variables ecográficas, tanto morfológicas como funcionales, que permiten clarificar el riesgo de trombosis de una estenosis y, por tanto, poder considerar si ésta es tributaria de intervención electiva. El nuevo concepto de estenosis significativa incluiría únicamente a las estenosis con alto riesgo de trombosis. De esta forma, se establecerían unos criterios que la definirían (**Figura 5**): unos principales (reducción de la luz vascular >50%

Tabla 21. Implicaciones teóricas en el diagnóstico, tratamiento y pronóstico de la redefinición de la estenosis significativa de la FAV para HD.

- Diagnóstico de las estenosis con riesgo elevado de trombosis
- Intervención electiva únicamente sobre las estenosis de alto riesgo de trombosis
- Selección del momento idóneo para efectuar la intervención electiva
- Reducción de los procedimientos innecesarios sobre estenosis estables
- Reducción del gasto sanitario al evitar intervenciones indiscriminadas
- Evitar la aparición de reestenosis aceleradas ocasionadas por la corrección mediante ATP de estenosis con bajo riesgo de trombosis
- Disminución de la tasa de trombosis
- Contribuir a aumentar la supervivencia de la FAV.

ATP: angioplastia transluminal percutánea.

+ ratio de PVS >2) al que debería añadirse algún criterio adicional (diámetro residual <2 mm y/o $Q_A < 500$ ml/min en FAVn/<600 ml/min en FAVp y/o descenso de $Q_A > 25\%$ si $Q_A < 1000$ ml/min). Esta redefinición de estenosis significativa se traduciría en una serie de beneficios sobre la FAV como la reducción de procedimientos innecesarios que pueden poner en peligro a la misma FAV, la disminución de la tasa de trombosis y el aumento de la supervivencia (**Tabla 21**).

Pregunta clínica XIV. Recomendaciones

R 4.9.1) Se recomienda considerar una estenosis como significativa ante toda disminución de la luz vascular en una FAVn o en una FAVp demostrada mediante ED que cumple con todos los criterios de alto riesgo de trombosis (los dos criterios principales y, como mínimo, un criterio adicional).

R 4.9.2) Se recomienda efectuar sin demora la intervención electiva mediante angioplastia transluminal percutánea y/o cirugía ante el diagnóstico de una estenosis significativa en una FAV por presentar alto riesgo de trombosis.

R 4.9.3) Se recomienda considerar una estenosis como no significativa ante toda disminución de la luz vascular en una FAVn o una FAVp demostrada mediante ED que no cumple con todos los criterios de alto riesgo de trombosis.

R 4.9.4) Se recomienda no efectuar la intervención electiva ante el diagnóstico de una estenosis no significativa en una FAV por presentar bajo riesgo de trombosis.

R 4.9.5) Se recomienda efectuar siempre un control estricto mediante los métodos de cribado de segunda generación ante toda FAV con estenosis no significativa por el riesgo de progresión a significativa.