

Punción Ecoguiada del Acceso Vascular para Hemodiálisis

María Jesús Moyano Franco¹, Mercedes Salgueira Lazo¹, Ramón Roca-Tey²

¹ Hospital Universitario Virgen Macarena. Sevilla.

² Hospital Universitario Mollet, Mollet del Vallès, Barcelona

Actualizado el 1 de agosto de 2023

Palabras clave: acceso vascular, buttonhole, ecografía doppler, FAV, Fistula arterio-venosa, Sistema VWING

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

María Jesús Moyano Franco, Mercedes Salgueira Lazo, Ramón Roca-Tey. Punción Ecoguiada del Acceso Vascular para Hemodiálisis. En: Lorenzo V, López Gómez JM (Eds). Nefrología al día [Internet]. ISSN: 2659-2606. 2023 Disponible en: <https://nefrologiaaldia.org/articulo/puncion-ecoguiada-del-acceso-vascular-para-hemodialisis/>

CONTENIDO

Introducción	1
Ventajas de la punción ecoguiada de la fístula arteriovenosa	2
Elección del transductor y del equipo ecográfico	2
Técnicas de exploración ecográfica o abordaje	3
Técnica de punción	5
Indicaciones de la punción ecoguiada de la FAV	6
Importancia de detección de fallo precoz y seguimiento del acceso vascular. monitorización del flujo.....	9
Complicaciones de la punción: utilidad de la ecografía	10
Aplicación de la ecografía en la unidad de HD	11
Referencias bibliográficas	11

Introducción

La creación y el mantenimiento de un acceso vascular que funcione bien son cruciales para una terapia de hemodiálisis (HD) eficaz. La fístula arteriovenosa (FAV) nativa es ampliamente reconocida como el acceso vascular de primera elección para la mayoría de los pacientes en HD, ya que tiene una menor frecuencia de complicaciones en comparación con otros tipos de acceso vascular [1][2][3]. Además de la edad avanzada, el sexo femenino y los antecedentes de diabetes, se demostró que la obesidad es un factor de riesgo significativo para el fracaso en la consecución de una FAV [4]. Como establecen las guías KDOQI, el acceso vascular ideal debe estar "a menos de 0,6 cm por debajo de la superficie de la piel" [2], por lo que es posible que una FAV en pacientes obesos no pueda canalizarse con una técnica tradicional a ciegas. Por otro lado, la punción del acceso vascular guiado por ultrasonido, que ahora es el estándar en el acceso venoso central, también se ha extendido su uso para la canalización de los vasos

periféricos [5][6][7]. Del mismo modo, en el campo de la HD, existen indicaciones crecientes para su uso en casos complicados, aunque el número de informes aún es limitado [8][9][10][11]. Los intentos múltiples de canalización de FAVs dan como resultado una deficiente satisfacción del paciente y un aumento de costes innecesarios [12], por lo que deben evitarse. Además, un estudio sobre la HD diaria sugirió que la canulación frecuente puede influir en la permeabilidad de la FAV [13].

El cumplimiento de los criterios de calidad de las guías de acceso vascular (tasa de trombosis, porcentajes de los diferentes tipos de accesos vasculares para HD, etc.), requiere del trabajo conjunto de un equipo multidisciplinar compuesto por el nefrólogo, cirujano vascular, radiólogo y también enfermería nefrológica. Son profesionales que intervienen sobre el acceso vascular de un modo cotidiano y pueden beneficiarse de la información morfológica y funcional que ofrece la ecografía tanto bidimensional como Doppler [14].

El objetivo de esta revisión es describir los métodos de canulación del acceso vascular para HD guiada por ecografía y discutir las condiciones necesarias para que los métodos se difundan y ayuden a los pacientes y centros de HD a evitar los problemas del «acceso deficiente» [15].

Ventajas de la punción ecoguiada de la fístula arteriovenosa

La ultrasonografía es una técnica de imagen inmediata, no invasiva y con resultados fiables. Nos permite explorar bien la anatomía de la zona, hacer diferenciación entre FAV, partes blandas, estenosis, trombosis, hematomas extraluminales, abscesos, aneurismas, pseudoaneurismas o edema.

La Ecografía Doppler es el único método diagnóstico que aporta información anatómica y hemodinámica al mismo tiempo ya que permite medir el flujo del acceso vascular [16].

La punción de la FAV puede ser dificultosa por múltiples motivos: escasa maduración, escaso desarrollo, estenosis en la vena yuxtaanastomótica, la existencia de venas accesorias, colaterales no puncionables o hematomas previos de anteriores punciones, incluso no saber la dirección de la canulación [17]. La punción ecoguiada de la FAV es especialmente útil en las primeras punciones y está especialmente indicada en pacientes obesos, vasos muy profundos o FAVs difíciles de puncionar con técnica a ciegas.

Ante estas dificultades, la ecografía Doppler, realizada a la cabecera del paciente por el personal de la Unidad de HD (POCUS) podría aumentar la sensibilidad en la detección precoz de patología, facilitando la punción, disminuyendo el número de intentos fallidos y por tanto preservando mejor la FAV.

Elección del transductor y del equipo ecográfico

Para la realización del examen y punción de la FAV necesitaremos un transductor lineal de alta frecuencia (7,5-12,5 MHz), ya que tienen alta resolución, pero escasa penetración en los tejidos, lo que las hace idóneas para el estudio del acceso vascular.

La punción se debe hacer con técnica aséptica. Algunos centros usan funda y gel estériles.

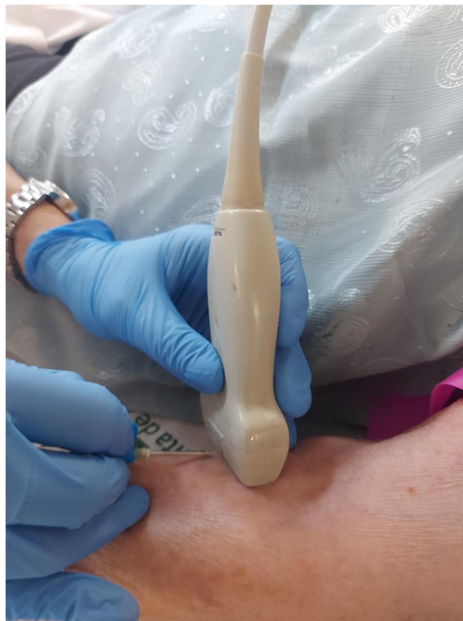
Respecto al equipo, para la punción podemos usar desde equipos de alta gama hasta portátiles y ultraportátiles (hand-held), inalámbricos o no, ya que no es necesario que cuente con un software Doppler de alta gama. Este será necesario para el estudio del flujo de la FAV, materia que se trata en otro capítulo de Nefrología al Día (Ver NAD: Ecografía Doppler en el acceso vascular)

Técnicas de exploración ecográfica o abordaje

El examen del acceso vascular se puede realizar colocando el transductor tanto en el plano transversal como en el plano longitudinal y realizando el estudio con o sin Doppler color.

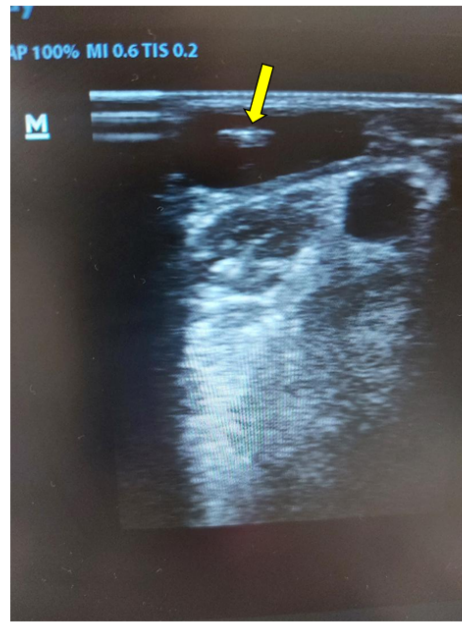
-Técnica transversal (fuera de plano): En este abordaje, el eje largo del transductor se coloca perpendicularmente al vaso, obteniendo una visión transversal del mismo. Los vasos se visualizan como estructuras redondeadas y oscuras. La aguja debe insertarse en un plano paralelo al vaso, es decir, perpendicular respecto al transductor y al campo de visión ecográfico (Figura 1). Esta técnica es la menos utilizada ya que la aguja se visualiza exclusivamente cuando coincide con el campo de visión (Figura 2). Para conseguir la visualización de la aguja durante todo el proceso de canalización, el transductor debe desplazarse utilizando la técnica de barrido proximal-distal.

Figura 1. Técnica transversal. Abordaje fuera de plano



La aguja debe insertarse en un plano paralelo al vaso, es decir, perpendicular respecto al transductor y al campo de visión ecográfico

Figura 2. Vista del vaso con punción transversal



La aguja se visualiza exclusivamente cuando coincide con el campo de visión (flecha)

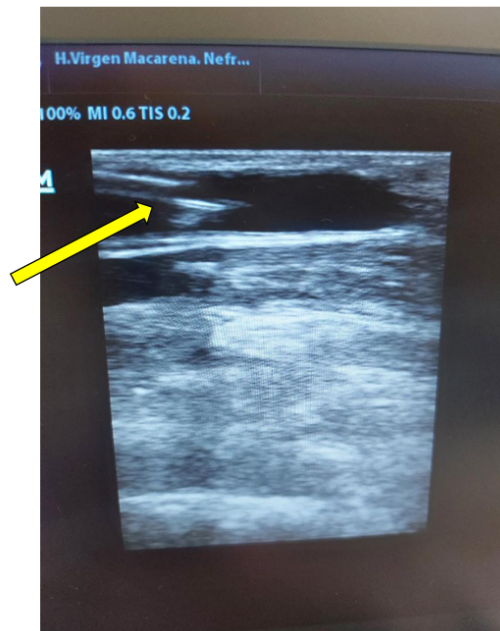
– Técnica longitudinal (en plano): En este abordaje, el eje largo del transductor se coloca paralelamente al vaso, obteniendo una visión longitudinal del mismo. Los vasos se visualizan como estructuras tubulares alargadas. La aguja debe insertarse en un plano paralelo al vaso, es decir, al campo de visión (Figura 3). La técnica longitudinal es la recomendada para la punción de la FAV ya que, con esta proyección, la aguja se mantiene visible y controlada durante todo el proceso de canulación (Figura 4).

Figura 3. Técnica longitudinal. Abordaje del vaso dentro de plano



El eje largo del transductor se coloca paralelamente al vaso, obteniendo una visión longitudinal del mismo

Figura 4. Vista del vaso con punción longitudinal



Es la recomendada para la punción de la FAV ya que, con esta proyección, la aguja se mantiene visible y controlada

Técnica de punción

Para realizar correctamente la punción de la FAV ecoguiada, se debe sujetar el transductor con una mano mientras realizamos la canalización del vaso con la otra, con la vista fija en todo momento en la pantalla de nuestro ecógrafo.

En ambas modalidades de abordaje (longitudinal o transversal), se debe tener la precaución de situar la estructura a visualizar en el centro de la pantalla del ecógrafo, intentando que no haya arteria o nervio adyacente y con una angulación de la aguja respecto al transductor de unos 90° para mejorar la visualización de la aguja. El punto de punción debe localizarse a pocos milímetros del punto medio del transductor, la punta de la aguja debe estar siempre localizada y el ángulo de punción ajustado. Por último y muy importante, la técnica se realizará con movimientos suaves evitando la realización de movimientos bruscos o apretar la FAV con la sonda, lo que podría conducir incluso a su trombosis.

Modalidades de punción

El conocimiento de las características morfológicas y hemodinámicas de la exploración ecográfica permite individualizar el abordaje y optimizar el tratamiento. La ecografía Doppler permite asimismo tomar decisiones en relación a técnicas de punción, material a utilizar, etc.

La técnica de punción en HD es uno de los factores que influyen en la supervivencia del acceso vascular [18].

Existen tres técnicas de punción:

- **Punción en área:** Las punciones se distribuyen en un área concreta de 2-3 cm, lo que provoca microtraumatismos en la pared venosa que favorecen la aparición de aneurismas, en cuyo interior se generan turbulencias que estimulan la aparición de estenosis post-dilatación y trombosis de la fístula arteriovenosa nativa (FAVn). En el caso de la fístula arteriovenosa proté-

sica (FAVp), el riesgo de aparición de pseudoaneurismas se incrementa por la destrucción del material protésico. Aun así, es la más utilizada porque produce menos dolor e inferior porcentaje de punciones infructuosas [19].

– **Punción en escalera:** Las punciones se distribuyen de forma equitativa a lo largo de toda la vena de la fístula, minimizando de este modo la aparición de dilataciones. Requiere un trayecto venoso bien desarrollado, produce más dolor y mayor frecuencia de punciones infructuosas y repetidas. Es la técnica de punción de elección tanto en la FAVn como en la FAVp. Existe un amplio consenso en que la técnica en escalera es la de elección para la canalización de la FAV y que debe evitarse la punción en área siempre que sea posible [20].

– **Buttonhole:** Método de punción en un único punto, con el mismo ángulo y profundidad en cada sesión de HD, creando un túnel subcutáneo que facilita la punción y minimiza las complicaciones. Esta técnica es muy común en Europa y Japón, desde hace más de 30 años, con muy buenos resultados. Estudios europeos y norteamericanos concluyen que la técnica de punción buttonhole disminuye las complicaciones del acceso vascular y el dolor asociado a la punción y es la técnica de elección para los pacientes en tratamiento con HD domiciliaria (HDD) [21]. En los casos de FAVn con escaso tramo puncionable en que no es posible la punción en escalera, la técnica buttonhole es una alternativa a la punción en área. La técnica buttonhole no está recomendada en la FAVp.

– **Sistema VWING™:** En caso de problema de punción debido a escaso diámetro del vaso, márgenes no definidos o tortuosidad, estaría indicado el sistema VWING™. Se trata de una guía de aguja de titanio subcutánea, que se sutura directamente sobre la vena de la fístula cuando esté madura y pueda ser utilizada para HD. [22].

La ecografía Doppler es de utilidad para la monitorización de los túneles subcutáneos característicos de la técnica buttonhole y para comprobar la posición de los dispositivos VWING™ en los casos de dificultad de punción.

En FAVn profundas, la ecografía Doppler permite valorar la viabilidad del uso de agujas largas (3.2 cm), dispositivos de asistencia a la punción (VWING™), etc. [15].

Indicaciones de la punción ecoguiada de la FAV

Primera punción de la FAV

Se recomienda la realización de un estudio morfológico y funcional, mediante ecografía Doppler, previamente a la primera punción de una FAVn. La punción de una FAVn inmadura puede aumentar la incidencia de complicaciones (hematomas, trombosis) y reducir su supervivencia [23].

Se ha establecido como criterios de maduración de la FAV un diámetro de 4 mm con un flujo de 500 ml/min. En una fase posterior, el acceso vascular ideal es aquel que cumple la regla de los «6»: no más de 6 mm de profundidad, al menos 6 mm de diámetro y con un flujo mínimo de 600 ml/min. [24].

El estudio ecográfico de la FAV previamente a la primera punción, además de comprobar el cumplimiento de los criterios de maduración, permitirá determinar las zonas de punción más apropiadas.

La Guía Española de Acceso Vascular GEMAV establece las siguientes recomendaciones [25]:

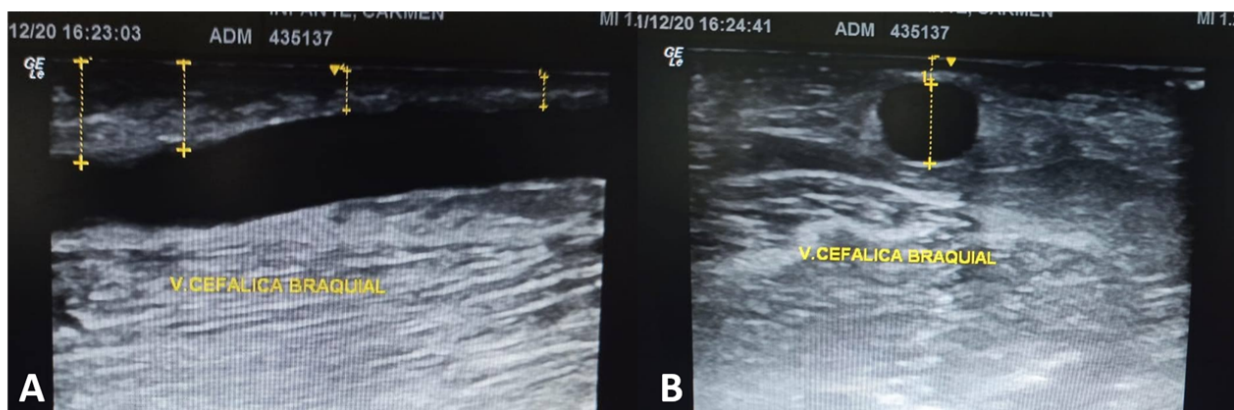
- Realizar ejercicios antes y después de la creación de la FAVn para favorecer su maduración
- No puncionar la FAVn antes de las dos semanas de su realización, individualizando en cada paciente el momento idóneo para efectuar la primera punción.
- Iniciar la punción de la FAVp entre la segunda y cuarta semana desde su creación, a excepción de las FAVp de punción inmediata.

Punción de la FAV no patológica compleja

Hay diversos factores que pueden causar dificultad en la punción, déficit de flujo de bomba (Qb), presiones elevadas y/o punciones fallidas. Estos factores incluyen:

- La variabilidad anatómica de los árboles venoso y arterial.
- El flujo y dirección de la sangre que circula por las venas arteriolizadas
- La profundidad y calibre de las venas (Figura 5)

Figura 5. Medida del tamaño y profundidad de la vena braquial.



Posición longitudinal

Posición Transversal

- La existencia de aneurismas, hematomas, etc.

La valoración estructural y hemodinámica de la FAV mediante ecografía Doppler puede ayudar a optimizar el rendimiento del abordaje sobre el acceso vascular, eligiendo las zonas de punción ideales tanto por sus características morfológicas como funcionales

Punción de la FAV patológica

Su existencia se debe sospechar a través de la exploración física por personal debidamente entrenado (brazo edematoso, desarrollo de circulación colateral, palpación diferencial de pulsos en su trayecto, auscultación de soplos...).

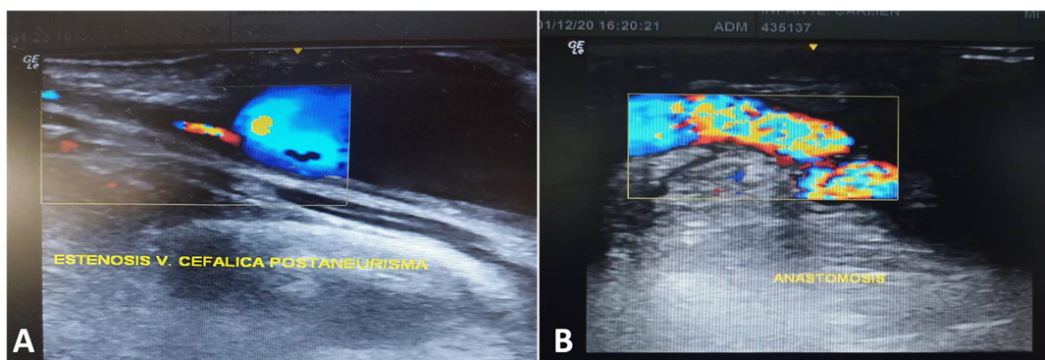
El flujo sanguíneo del acceso vascular (QA) es el volumen que pasa por un punto de un vaso por unidad de tiempo. La estimación del volumen de flujo de un acceso vascular nos permite hacer una evaluación funcional del mismo. El volumen de flujo medido ecográficamente ha demostrado una adecuada correlación con otros métodos aceptados para la medición de flujo [26].

La realización de una ecografía Doppler del acceso vascular, que puede sugerir la existencia de patología, puede agilizar el diagnóstico y el posible tratamiento, además de evitar punciones fallidas y traumáticas.

Adicionalmente, la disfunción de la FAV en las sesiones de HD se detecta cuando las presiones arteriales o venosas se elevan (estenosis en el trayecto de retorno o de outflow), hay caída de flujo (estenosis de la arteria nutricia o en porción venosa yuxta-anastomótica, estenosis de inflow), o la punción es dificultosa (extracción de coágulos) [15][25].

La estenosis es la patología que más frecuentemente puede presentar la FAVn [25] (Figura 6).

Figura 6. Imagen A: aliasing en estenosis de la vena cefálica postaneurisma del acceso vascular. Imagen B: aliasing en la propia anastomosis de la FAV.



Aliasing: fenómeno de mezcla de colores o turbulencia (ver Texto)

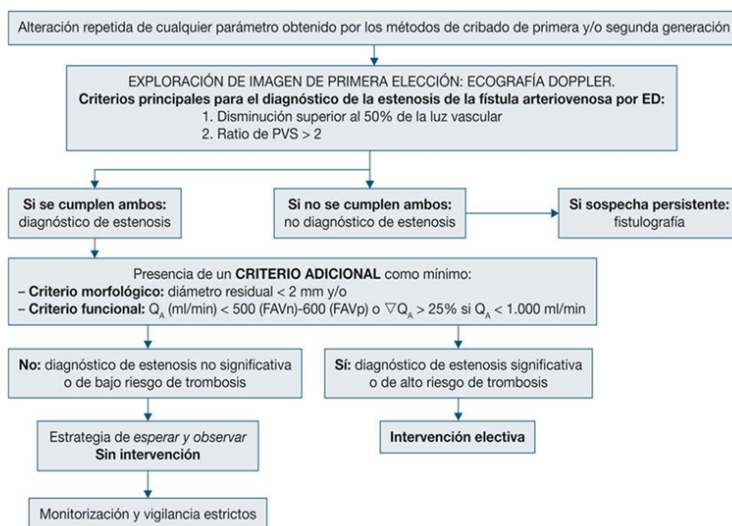
Como signos indirectos puede aparecer:

- Onda de alta resistencia en la arteria humeral.
- Índice de Resistencia > 0.6 en la arteria humeral.
- Aliasing en la zona estenótica

Remitimos al lector al capítulo de ecografía de la FAV para refrescar los conceptos de índice de resistencia o aliasing ecográfico, entre otros.

La Guía Clínica Española del Acceso Vascular del GEMAV [25] propone un algoritmo, que incluye varios criterios ecográficos para el diagnóstico de la estenosis significativa o de alto riesgo de trombosis (Figura 7).

Figura 7: Algoritmo propuesto por la Guía de acceso vascular para el diagnóstico de la estenosis significativa o de alto riesgo de trombosis



Nefrología. 2017;37 Supl 1:1-191

PVS: Velocidad pico sistólica. QA: flujo sanguíneo.

Importancia de detección de fallo precoz y seguimiento del acceso vascular. monitorización del flujo.

La detección precoz de las disfunciones de la FAV y su corrección antes de que se produzca una trombosis prolongan la supervivencia de las mismas disminuyendo el número de ingresos relacionados y mejorando la calidad de la diálisis [23].

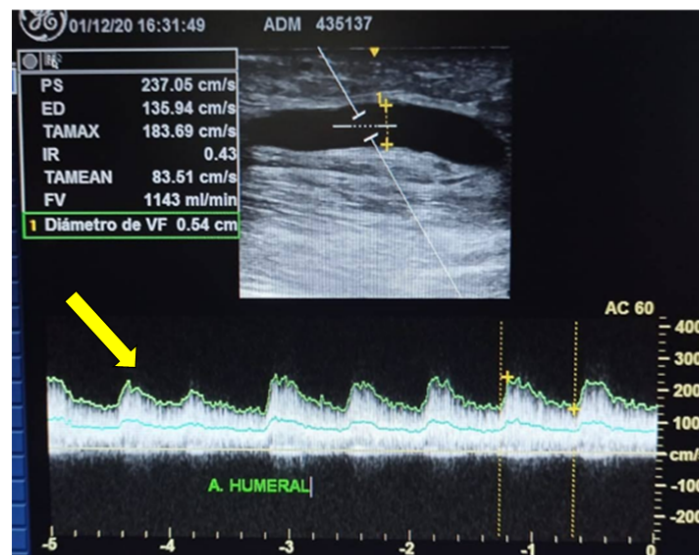
La causa habitual de disfunción es la aparición de estenosis en el trayecto de la FAV o en los vasos centrales. Su existencia se debe sospechar a través de la exploración física por personal debidamente entrenado (brazo edematoso, desarrollo de circulación colateral, palpación diferencial de pulsos en su trayecto, auscultación de soplos...). Como se ha mencionado en el apartado anterior, durante la sesión de HD se puede detectar cuando las presiones arteriales o venosas se elevan, hay caída de flujo o la punción es dificultosa.

La punción con ecografía Doppler, realizada en la cabecera del paciente (POCUS) por el personal de la Unidad de HD es una técnica de imagen inmediata, mínimamente invasiva y con resultados fiables. Asimismo, la ecografía información anatómica y hemodinámica al mismo tiempo y permite medir el flujo del acceso vascular [27]. De este modo, a la fistulografía y la intervención endovascular se suman criterios funcionales y morfológicos aportados por la ecografía Doppler.

En las FAVn radiocefálicas, el 55-75% de las estenosis se localizan en la anastomosis arterio-venosa y el 25% en el tracto de salida. En las FAVn braquiocefálicas y en las braquiobasílicas, la estenosis se localiza en la unión entre la vena cefálica y la subclavia y de la vena basílica con la axilar, respectivamente. La estenosis en el segmento arterial a más de 2 cm de la anastomosis es rara, pero puede poner en peligro el flujo en la FAV [28].

El flujo de la FAV es el indicador más importante del correcto funcionamiento de la FAV [29] (Figura 8). El hallazgo de valores progresivamente decrecientes en el flujo es, tanto en FAVn como FAVp, predictivo de trombosis. Para evitar errores en el cálculo del flujo se deberán unificar criterios y parámetros en la medición del área del vaso, el ángulo de insonación, el volumen de muestra y los relacionados con la estabilidad hemodinámica del paciente.

Figura 8. Parámetros Doppler y registro espectral bifásico (flecha) normal de una FAV normofuncionante



Aunque los resultados de diversos estudios han generado controversia sobre la estimación del riesgo de trombosis y de la pérdida definitiva de la FAV mediante la vigilancia del flujo, el uso de técnicas de vigilancia basadas en la medición del flujo en la FAVn disminuye la incidencia de trombosis y la pérdida definitiva del acceso. En nuestra experiencia, además, permite una reducción de la tasa de catéteres venosos centrales y su morbilidad asociada

La realización de la ecografía Doppler bajo protocolo multidisciplinar permite la vigilancia de la FAV del paciente prevalente, así como durante el periodo de maduración, además de ofrecer importante información morfológica de la FAV en el mismo procedimiento.

Complicaciones de la punción: utilidad de la ecografía

La ecografía realizada pre y post punción nos permite detectar diversas complicaciones derivadas de las punciones, tanto antiguas como recientes, como hematomas, pseudoaneurismas, trombosis e incluso abscesos.

Aplicación de la ecografía en la unidad de HD

-Monitorización y punción de la FAV

Como hemos desarrollado en este capítulo, la ecografía Doppler es una herramienta muy importante para el personal de la Unidad de HD, tanto médico como de enfermería, previamente entrenado para su utilización, porque permite la valoración de la anatomía el flujo del acceso vascular en tiempo real de forma no invasiva. [30].

A pesar de algunas dudas iniciales sobre la eficacia de las determinaciones de flujo para el diagnóstico de la estenosis [31], estudios clínicos randomizados posteriores avalan su utilidad [32][33]. En cualquier caso, las mejoras técnicas introducidas en la actualidad, así como la mayor experiencia de los exploradores, nefrólogos y enfermeras que han incorporado la técnica en su día a día, permiten considerar la ecografía como una exploración de primera línea para el diagnóstico de la estenosis de la FAV. Además, la punción dirigida disminuye el número de punciones infructuosas, aporta confortabilidad al paciente y seguridad al profesional, disminuyendo la incidencia de complicaciones derivadas de la punción (extravasaciones, hematomas, ...) que impactan directamente en disfunción a corto y medio plazo.

La monitorización y la vigilancia protocolizada del acceso vascular incorporando la punción dirigida mediante ecografía puede rentabilizarse aún más mediante la colaboración multidisciplinaria: la participación coordinada de nefrología, radiología intervencionista, cirugía vascular y enfermería desde una perspectiva nefrológica.

Medición de la volemia

La ecografía en manos del nefrólogo es una valiosa herramienta en la Unidad de HD ya que permite medir el estado de hidratación de los pacientes mediante ecografía pleuropulmonar y VExUS así como realización de ecocardiografía básica.

Otros usos de la ecografía en el manejo del paciente en HD son la valoración de la glándula paratiroides (número, tamaño, localización) y la implantación de catéteres y vías centrales tanto transitorios como tunelizados. [34]

Referencias bibliográficas

1. Feldman HI, Kobrin S, Wasserstein A. Hemodialysis vascular access morbidity. J Am Soc Nephrol. 1996;7:523–35.
2. National Kidney Foundation. KDOQI 2006 vascular access guidelines. 2006.
3. Kukita K, Ohira S, Amano I, Naito H, Azuma N, Ikeda K, et al. 2011 update japanese society for dialysis therapy guidelines of vascular access construction and repair for chronic hemodialysis. J Jpn Soc Dial Ther. 2011;44:855–938 (in Japanese).
4. Ethier J, Mendelssohn DC, Elder SJ, Hasegawa T, Akizawa T, Akiba T, et al. Vascular access use and outcomes: an international perspective from the dialysis outcomes and practice patterns study. Nephrol Dial Transplant. 2008;23:3219–26.

5. Egan G, Healy D, O'Neill H, Clarke-Moloney M, Grace PA, Walsh SR. Ultrasound guidance for difficult peripheral venous access: systematic review and meta-analysis. *Emerg Med J*. 2013;30:521-6.
6. Roberts J, Manur R. Ultrasound-guided radial artery access by a non ultrasound trained interventional cardiologist improved first-attempt success rates and shortened time for successful radial artery cannulation. *J Invasive Cardiol*. 2013;25:676-9.
7. Pittiruti M, Scoppettuolo G, Emoli A. Parenteral nutrition through ultrasound-placed piccs and midline catheters is associated with a low rate of complications: an observational study. *Nutr Ther Metabol*. 2009;27:142-8.
8. Hanafusa N, Kondo Y, Kaneko T, Niwa T, Yamamoto H, Watanabe Y, et al. Vascular access puncture method with guidance by a portable ultrasonographic device. *J Jpn Soc Dial Ther*. 2007;40:517-21 (in Japanese).
9. Kamata T, Ochiai M, Osaki K, Fujisawa N, Kadoya Y, Yashiro M. Ultrasound guided brachial venous cannulation as a novel venous needle site in hemodialysis patients. *J Jpn Soc Dial Ther*. 2011;44:237-43 (in Japanese).
10. Hanafusa N, Noiri E, Nangaku M. Vascular access puncture under ultrasound guidance. *Ther Apher Dial*. 2014;18:213-4.
11. Patel RA, Stern AS, Brown M, Bhatti S. Bedside ultrasonography for arteriovenous fistula cannulation. *Semin Dial*. 2015;28:433-4.
12. Lee T, Barker J, Allon M. Needle infiltration of arteriovenous fistulae in hemodialysis: risk
14. Roca-Tey R. El acceso vascular para HD: la asignatura pendiente. *Nefrología* 2010;30:280-287.
15. Roca-Tey R. Control de los accesos vasculares. Exploración física e instrumental. En: María Teresa González Álvarez, Román Martínez Cercós: *Manual de accesos vasculares para HD*. Marge Médica Books, Barcelona, España. Primera edición, 2010, 87-97.
16. Ibeas J. Montitorización del acceso vascular: ¿Quo Vadis?. *NefroPlus* 2011;4(2):11-20.
17. Tadashi Kamata, Mayumi Tomita, Noriyuki Lebara. Ultrasound-guided cannulation of hemodialysis access. *Renal Replacement Therapy* (2016) 2:7.
18. Twardowski ZJ. Update on cannulation techniques. *J Vasc Access* 2015;16 (Suppl 9):S54-S60.
19. Gauly A, Parisotto MT, Skinder A, Schoder V, Furlan A, Schuh E, Marcelli D. Vascular access cannulation in hemodialysis patients – a survey of current practice and its relation to dialysis dose. *J Vasc Access*. 2011;12:358-64)
20. Pons C, Vinuesa X, et al. Dificultad de punción como indicador de patología oculta del acceso vascular para HD: El Papel de Enfermería en la Exploración Ecográfica del Acceso Vascular. *Nefrológica* 2012; 15 (1): 39-40

21. Van Loon M, Goovaerts T, Kessels A, Van der Sande F, Tordoir JHM. Buttonhole needling of haemodialysis arteriovenous fistulae results in less complications and interventions compared to the rope-ladder technique. *Nephrol Dial Transplant* (2010); 25: 225-230.
22. Carme Moreno Aliaga, Trinidad Momblanch Amorós, José Francisco Martínez Martínez, Anna Mireia Martí i Monros Resultados y análisis enfermero de dos años de implante del dispositivo VWING™ en el estado español. *Enferm Nefrol* vol.18 supl.1 2015.
23. Roca-Tey R, Samon R, Ibrik O, García-Madrid C, Herranz JJ, García-González L, et al. Vascular access surveillance with blood flow monitoring: a prospective study with 65 patients. *Nefrologia*. 2004;24:246-52.
24. Robbin ML, Chamberlain NE, Lockhart ME, Gallichio MH, Young CJ, Deierhoi MH, et al. Hemodialysis arteriovenous fistula maturity: US evaluation. *Radiology* 2002;225 (1):59-64. PMID: 12354984.
25. Ibeas J, Roca-Tey R, Vallespín J, Moreno T, Moñux G, Martí-Monrós A, Del Pozo JL, Gruss E, Ramírez de Arellano M, Fontseré N, Arenas MD, Merino JL, García-Revillo J, Caro P, López-Espada C, Giménez-Gaibar A, Fernández-Lucas M, Valdés P, Fernández-Quesada F, de la Fuente N, Hernán D, Arribas P, Sánchez de la Nieta MD, Martínez MT, Barba Á; Spanish Clinical Guidelines on Vascular Access for Haemodialysis. *Nefrologia*. 2017 Nov;37 Suppl 1:1-191.
26. Roca-Tey R, Ibeas J, Moreno T, Gruss E, Merino JL, Vallespín J, Hernán D and Arribas P on behalf of the Spanish Multidisciplinary Vascular Access Group (GEMAV). Dialysis arteriovenous access monitoring and surveillance according to the 2017 Spanish guidelines. *J Vasc Access*. 2018; Sep;19(5):422-429).
27. Ibeas J, Vallespin J. Ecografía del acceso vascular para HD: conceptos teóricos, prácticos y criterios. *Nefrología, Suplemento Extraordinario* 2012;3(6): 21-35.
28. R.J. Segura-Iglesias, I. Hernández-La Hoz Ortiz, J.C. Fernández-Fernández .Disfunción del acceso vascular por estenosis *Angiología* 2005; 57 (Supl 2): S93-S101.
29. Roca-Tey R. Early diagnosis of hemodialysis vascular access stenosis using the non-invasive determination of blood flow. Doctoral thesis, Universitat Autònoma de Barcelona, 2010. <http://hdl.handle.net/10803/32023>.
30. Ibeas J, Vallespín J, Rodríguez-Jornet A, Branera J, Fortuño JR, Bermúdez P, et al. Portable Doppler-ultrasound used by the nephrologist in the hemodialysis Unit for the immediate detection of fistula pathology and ultrasound guided cannulation: consolidation of a technique inside a protocolized interdisciplinary team with vascular surgeons, interventional radiologists and infirmary. A 4 years experience. *J Am SocNephrol*. 2008;19:254A.
31. Tonelli M, James M, Wiebe N, Jindal K, Hemmelgarn B. Ultrasound monitoring to detect access stenosis in hemodialysis patients: a systematic review. *Am J Kidney Dis* 2008;51(4):630-40.
32. Aragoncillo I, Abad S, Caldés S, et al. Adding access blood flow surveillance reduces thrombosis and improves Arteriovenous fistula patency: a randomized controlled trial. *J Vasc Access* 2017; 18(4): 352-358.

33. Aragoncillo I, Amézquita Y, Caldés S, et al. The impact of access blood flow surveillance on reduction of thrombosis in native arteriovenous fistula: a randomized clinical trial. J Vasc Access 2016; 17(1): 13–19.

34. Rivera Gorrín M, Sosa Barrios RH, Ruiz-Zorrilla López C, Fernández JM, Marrero Robayna S, Ibeas López J, Salgueira Lazo M, Moyano Franco MJ, Narváez Mejía C, Ceballos Guerrero M, Calabia Martínez J, García Herrera AL, Roca Tey R, Paraíso Cuevas V, Merino Rivas JL, Abuward Abu-Sharkh I, Betriu Bars À; en representación del Grupo de Trabajo en Nefrología Diagnóstica e Intervencionista (GNDI) de la Sociedad Española de Nefrología (SEN). Consensus document for ultrasound training in the specialty of Nephrology. Nefrologia (Engl Ed). 2020 Nov-Dec;40(6):623-633.