

## Fístulas arteriovenosas endovasculares para hemodiálisis: una opción terapéutica. Revisión de la bibliografía

### *Endovascular arteriovenous fistulas for hemodialysis: a therapeutic option. Literature review*

Jennifer Mondragón-Zamora<sup>1\*</sup>, Lucía Requejo-García<sup>1</sup>, Andrés Salazar-Álvarez<sup>2</sup>,  
María de la Palma-Fariñas-Alija<sup>1</sup>, Soraya Fernández-González<sup>1</sup>, Leticia Cuervo-Vidal<sup>2</sup>,  
Verónica Morillo-Jiménez<sup>2</sup>, Ana Mayor-Díaz<sup>2</sup>, Beatriz Martínez-Turégano<sup>3</sup>, Juan Zafra-Angulo<sup>2</sup> e  
Ignacio Martínez-León<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Angiología y Cirugía Vascular, Hospital Universitario de La Ribera, Alzira, Valencia; <sup>2</sup>Servicio de Angiología y Cirugía Vascular, Hospital Universitario La Paz, Madrid; <sup>3</sup>Servicio de Angiología y Cirugía Vascular, Hospital Universitario Ramón y Cajal, Madrid. España

#### Resumen

Un acceso vascular funcional es fundamental para los pacientes en hemodiálisis, pero mantener este permeable, es un reto. Existen varias técnicas para conseguirlo, las más utilizadas son la colocación de un catéter venoso central y la creación de una fistula arteriovenosa. Actualmente se trabaja para desarrollar técnicas menos invasivas, como la creación de accesos percutáneos, entre los que se incluyen los dispositivos Ellipsys™ y WavelinQ™. El objetivo de este trabajo es revisar la bibliografía de estos dispositivos, las instrucciones de uso y sus resultados. La permeabilidad primaria es del 51.85% y del 47.97% para WavelinQ™ y Ellipsys™, respectivamente. La permeabilidad secundaria fue del 81.36% y 92.12%, respectivamente. El éxito técnico es cercano al 100%. Las fistulas arteriovenosas percutáneas se presentan como una opción mínimamente invasiva y segura para la creación de accesos vasculares destinados a la hemodiálisis.

**Palabras clave:** Endovascular. Percutáneo. Fístula arteriovenosa.

#### Abstract

An operative vascular access is crucial for patients undergoing hemodialysis but keeping it unobstructed and operational is a continuous challenge. There are several techniques for achieving this, with the most well-known being the central venous catheter and the arteriovenous fistula creation. Efforts are currently being directed towards the development of less invasive techniques, such as the establishment of percutaneous accesses, among which the Ellipsys™ and WavelinQ™. The aim of this study is to conduct a comprehensive review of the literature concerning both devices, including their instructions for use and outcomes. Primary patency rates were 51.85% and 47.97% for WavelinQ™ and Ellipsys™, respectively. Secondary patency rates were 81.36% and 92.12%, respectively. The technical success rate approached 100%. Percutaneous arteriovenous fistulas present themselves as a minimally invasive and secure option for establishing hemodialysis vascular access.

**Keywords:** Endovascular. Percutaneous. Arteriovenous fistula.

**\*Correspondencia:**

Jennifer Mondragón-Zamora

E-mail: mondragon\_jen@gva.es

0377-4740/© 2024 Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vascular y Endovascular, A.C. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 02-12-2023

Fecha de aceptación: 24-01-2024

DOI: 10.24875/RMA.23000045

Disponible en internet: 11-03-2024

Rev Mex Angiol. 2024;52(1):20-26

[www.RMAngiologia.com](http://www.RMAngiologia.com)

## Introducción

Un acceso vascular (AV) funcionante es esencial para el paciente en hemodiálisis (HD). Las directrices de la Iniciativa Nacional de Calidad de los Resultados de la Enfermedad Renal de la Fundación Nacional del Riñón (NKF KDOQI), las guías europeas y la Guía española de acceso vascular para hemodiálisis recomiendan que la creación de un acceso permanente para HD se realice mediante la fístula arteriovenosa (FAV) nativa, la cual es el AV más efectivo<sup>1-3</sup>.

El problema principal de la FAV es mantenerla permeable a lo largo del tiempo para que proporcione una HD eficaz, siendo sus principales inconvenientes el fallo primario y la trombosis aguda<sup>2,7</sup>. Es por ello que tanto las FAV nativas como las protésicas pueden requerir múltiples intervenciones para alcanzar y mantener su uso a lo largo del tiempo<sup>8</sup>.

Existen diversas técnicas para la creación de una FAV y para el mantenimiento de su funcionalidad: cirugía abierta (FAV nativa y FAV protésica), procedimientos endovasculares para la creación de fístulas, procedimientos endovasculares para la reparación de complicaciones de las FAV (angioplastias simples, stenting, etc.) y procedimientos híbridos<sup>1</sup>.

La tendencia de «crear primero una FAV, usar un catéter venoso central como último recurso y preferir vasos distales en la medida de lo posible» ha sido reemplazada por «adoptar un enfoque individualizado para cada paciente». No obstante, se busca, en medida de lo posible, reservar los vasos proximales para futuros accesos<sup>2</sup>. Entre las fístulas distales, la fístula radiocefálica es la preferida, pero en muchos pacientes la permeabilidad primaria de este acceso es baja<sup>9,10</sup>.

En los últimos años se han desarrollado una serie de dispositivos percutáneos que permiten una anastomosis arteriovenosa por medio de un abordaje endovascular, con el objetivo de establecer una nueva vía de terapia de reemplazo renal<sup>9</sup>.

Desde 2018, la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) ha aprobado dos dispositivos para la creación de FAV percutáneas: el sistema Ellipsys™ (Avenu Medical Inc., ahora Medtronic) y el WavelinQ™ (anteriormente Everlinq, Becton, Dickinson and Company, Franklin Lakes, NJ)<sup>8</sup>.

Cuando los exámenes clínicos y ecográficos indican que la posibilidad de crear una FAV en la muñeca es desfavorable, la opción de una FAV percutánea puede preservar las ventajas de una FAV en la arteria radial, con un menor riesgo de isquemia distal inducida y un menor riesgo de insuficiencia cardiaca, típicamente

asociado al hiperaflujo de FAV más proximales<sup>7,10</sup>. Los resultados iniciales y los estudios a largo plazo de estos dispositivos sugieren que brindan beneficios significativos y resultados favorables en pacientes con anatomía adecuada<sup>7</sup>.

## Valoración preoperatoria

La valoración preoperatoria es fundamental para definir qué pacientes son candidatos a una FAV en general y a una FAV percutánea en este caso. Se compone de una valoración clínica y ecográfica completa de las arterias y venas de ambos brazos. En la valoración arterial debe comprobarse la presencia de un arco palmar intacto, con el fin de prevenir la isquemia de la mano. Los grupos con más experiencia recomiendan la prueba de Allen modificada o la prueba de Barbeau<sup>7</sup>.

En lo que respecta a la valoración venosa, resulta fundamental tener en cuenta la anatomía normal del brazo y antebrazo. La vena perforante comunica el sistema venoso superficial y profundo y, en la mayoría de los casos, se ubica en la zona distal del codo. La presencia y características de esta vena son importantes para la creación de una FAV percutánea, ya que es la que permite que la sangre venosa arterializada del sistema venoso profundo llegue al sistema venoso superficial y la FAV pueda utilizarse<sup>11</sup>.

Es importante señalar que este tipo de FAV no deben realizarse en pacientes con alteraciones graves del flujo arterial o venoso, como isquemia arterial crónica severa o trombosis del sistema venoso superficial<sup>11</sup>.

Es por ello que el mapeo ecográfico juega un papel esencial en la identificación de los pacientes adecuados para el procedimiento<sup>7</sup>.

Las directrices de uso para ambos dispositivos son:

- Una arteria de 2 mm de diámetro.
- Una vena perforante de 2 mm.

El dispositivo WavelinQ™ requiere que la distancia entre la arteria radial o cubital proximal y la vena adyacente sea inferior a 1 mm<sup>7</sup>. Por otro lado, el dispositivo Ellipsys™ requiere una distancia de 1.5 mm entre la vena perforante y la arteria radial proximal<sup>7</sup>. En ambos casos es imperativo que la vena perforante presente un trayecto recto para posibilitar la anastomosis<sup>12</sup>. Si no existen venas aptas en el brazo o la distancia entre los vasos es mayor de la estipulada, no será posible realizar la FAV.

Un estudio de Popli et al.<sup>13</sup> reporta que la idoneidad anatómica es crucial para el uso efectivo de estos dispositivos, registrando una tasa de idoneidad de extremidades del 93% para WavelinQ™ y del 52% para Ellipsys™.

## Procedimiento quirúrgico

Una vez decidido el brazo donde realizar el acceso, la cirugía sigue los estándares iniciales de una FAV quirúrgica. La profilaxis antibiótica se alinea con los protocolos hospitalarios de cada centro<sup>7</sup>. En cuanto a la anestesia, es posible realizar un bloqueo regional axilar o supraclavicular para favorecer la dilatación venosa<sup>7</sup>, aunque la anestesia local junto con sedación también es una opción viable<sup>11</sup>.

Durante el procedimiento, se administra heparina sódica en una dosis entre 2,000-5,000 unidades internacionales (UI) o 50 UI/kg. En situaciones selectas, donde se presenta vasoespasio, se puede emplear una solución diluida de nitroglicerina, verapamilo y heparina sódica<sup>7</sup>.

Al concluir el procedimiento, se debe examinar la morfología de la FAV y medir el flujo en la arteria cubital y radial proximal cercanas a la anastomosis, para evaluar posibles complicaciones que requieran una angioplastia en el mismo procedimiento<sup>7</sup>.

A continuación, describiremos las características diferenciales de cada uno de los sistemas de creación de FAV percutánea.

### Sistema Ellipsys™

El dispositivo Ellipsys™ genera una FAV siguiendo una técnica similar a la desarrollada por Gracz, Konner y Jennings<sup>14</sup>.

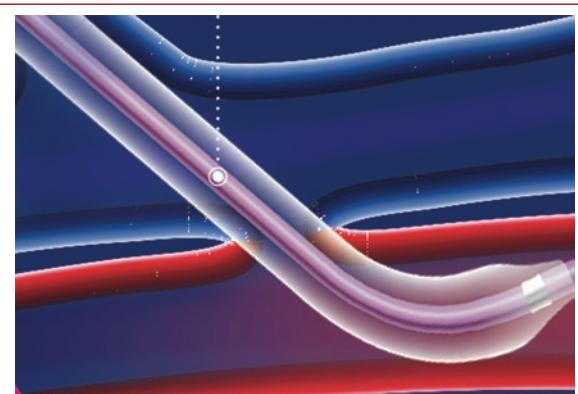
La inserción del dispositivo se realiza bajo guía eco-gráfica, utilizando un único cable guía posicionado en una vena superficial. La guía se desplaza a través de la vena perforante, perfora la pared venosa y accede a la arteria radial proximal<sup>7</sup>.

Una vez posicionado, el dispositivo avanza sobre la guía, capturando tanto las paredes arteriales como venosas. Cuando se encuentra cerrado y activado, se forma una anastomosis segura mediante presión y energía térmica pulsada. El propio aparato controla el proceso y su finalización. Para completar el procedimiento, se realiza una angioplastia con balón en la anastomosis<sup>7</sup> (**Figs. 1 y 2**).

Se requieren los siguientes materiales para realizar el procedimiento: un catéter Ellipsys™ (Medtronic, 710 Medtronic Parkway Minneapolis), el Generador (Medtronic, 710 Medtronic Parkway Minneapolis), un kit de micropunción de 6 Fr (Medtronic, 710 Medtronic Parkway Minneapolis), una guía de 0.014 pulgadas, un balón de 5 x 20 mm y un manómetro de presión<sup>16</sup> (**Fig. 3**).

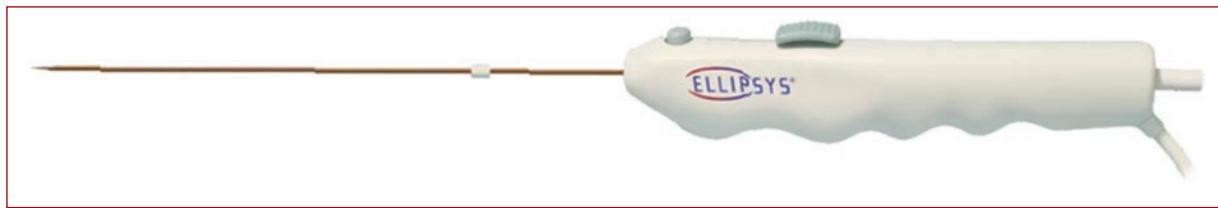


**Figura 1.** Proceso de sellado con energía térmica del dispositivo Ellipsys™ Medtronic<sup>15</sup>. Imagen cortesía de Medtronic.



**Figura 2.** Angioplastia con balón para finalizar el procedimiento de creación de fistula arteriovenosa endovascular con dispositivo Ellipsys™ Medtronic<sup>15</sup>. Imagen cortesía de Medtronic.

El grupo de Mallios et al.<sup>14</sup> informa sobre una ligera variante de la técnica que involucra la punción ecoguiada mediante el uso de un kit de micropunción de la vena cefálica media. La punción se realiza con una aguja sin guía, avanzando por el centro de la vena hasta que la pared venosa contacte con la arterial, con el propósito de mejorar la visualización de la punta de la aguja. Posteriormente se procede a la perforación de ambas paredes, venosa y arterial, y se introduce la guía, observando la punta de la aguja en la zona central de la arteria. Esta modificación se recomienda con el fin de prevenir el potencial vasoespasio que podría resultar de la presencia de la guía en la vena. Se introduce una guía de calibre 0.021 junto con un introductor de 6 French (Fr). La anastomosis se lleva a cabo siguiendo las indicaciones del dispositivo y finaliza con una angioplastia con balón simple de dimensiones 6 x 20 mm, ajustando el tamaño de este en relación con el tamaño de la arteria. En caso de que, al concluir el procedimiento, el flujo sanguíneo de la FAV medido en



**Figura 3.** Catéter de Ellipsys™ Medtronic<sup>15</sup>. Imagen cortesía de Medtronic.

la arteria humeral sea inferior a 200 ml/min, proceden a realizar una angioplastia arterial y venosa yuxta-anastomótica mediante la aplicación de una técnica conocida como *kissing balloon*<sup>14</sup>.

### Sistema WavelinQ™

Inicialmente era comercializado como un dispositivo 6 Fr bajo el nombre de EverlinQ<sup>17</sup>. En la actualidad este sistema utiliza dos catéteres de calibre 4 Fr, los cuales están alineados entre sí mediante imanes y se colocan en la arteria y la vena objetivo<sup>7</sup>. La inserción de los catéteres se realiza mediante punción ecoguiada, mediante un kit de micropunción. La FDA aprueba la inserción del catéter arterial a nivel braquial, mientras que la inserción radial y cubital están aprobadas únicamente en Europa. El catéter venoso, que incorpora un electrodo de radiofrecuencia, está autorizado para su inserción en las venas braquial, radial o cubital<sup>7</sup>.

Tras la punción, una guía de calibre 0.014 se dirige en dirección distal hacia la vena y la arteria cubital, o hacia la vena y la arteria radial. El catéter venoso dispone de un electrodo que se coloca frente a un respaldo de cerámica en el catéter arterial y emplea energía de radiofrecuencia durante un lapso de 0.7 segundos para la creación del acceso<sup>9,11</sup>. Algunos grupos<sup>9,17</sup> prefieren la anastomosis cubito-cubital debido a la proximidad de la vena cubital con la vena perforante.

Es importante señalar que, antes de llevar a cabo la anastomosis, los catéteres deben alinear las marcas de los imanes con una vista ortogonal mediante fluoroscopia. Cada catéter dispone de indicadores de rotación que garantizan la posición de los imanes<sup>18</sup>. Una vez finalizada la anastomosis, se verifica el flujo de la FAV mediante una fluoroscopia con contraste<sup>11</sup> (**Figs. 4 y 5**).

El flujo sanguíneo proveniente de la FAV ingresa en el sistema venoso profundo y se distribuye a través de los sistemas profundos y superficiales del antebrazo y los brazos, mediante las ramas venosas perforantes y

comunicantes<sup>9</sup>. La embolización con coils de la vena braquial proximal dominante estimula el flujo superficial de la FAV percutánea a través de las venas superficiales. Este último procedimiento no es obligatorio, aunque se reporta una frecuencia del 66.7% en su realización<sup>7,11,17</sup> (**Fig. 6**).

En la **tabla 1** se detallan las principales características y diferencias de los dispositivos destinados a la creación de FAV percutánea.

### Valoración postoperatoria

En el proceso de seguimiento postoperatorio de ambos dispositivos se realiza de nuevo una exploración clínica y ecográfica<sup>14</sup>. Clínicamente, el aspecto del brazo no difiere del de una FAV nativa.

Se recomienda medir el flujo en la arteria humeral mediante ecografía Doppler al finalizar el procedimiento y una semana después de este<sup>7</sup>. Si la velocidad del flujo se sitúa entre 250 y 400 ml/min al finalizar el procedimiento, deben ser evaluados en consulta durante la primera semana posterior a la intervención. En los casos en los que la velocidad de flujo permanece entre 250 y 400 ml/min, se opta por realizar una angioplastia con balón simple. Si las velocidades de flujo son superiores, se recomienda realizar un seguimiento adicional a las cuatro semanas y comenzar las canulaciones si el diámetro y el flujo son apropiados<sup>7</sup>.

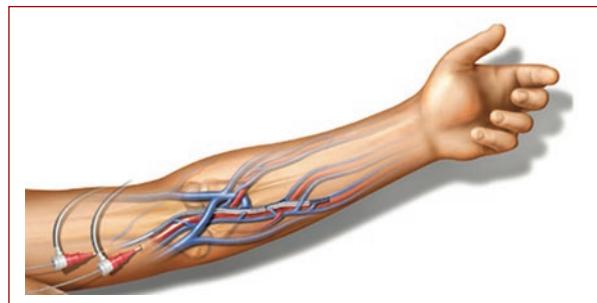
El flujo de la FAV no muestra alteraciones significativas en aquellos pacientes con drenaje a través de una única vena (cefálica o basílica) ni cuando dicho drenaje se dirige a ambas venas (cefálica y basílica); se acompaña de un ligero drenaje hacia el sistema venoso profundo, sin aparentes complicaciones derivadas de ello<sup>20</sup>.

### Canulación

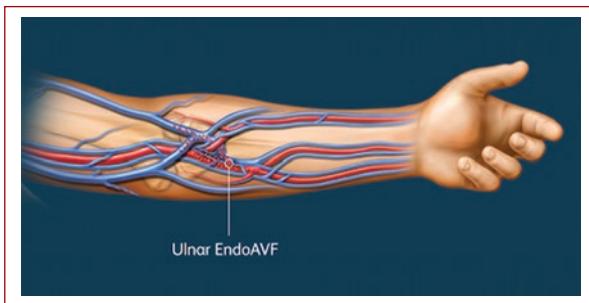
Se sugiere el uso de un torniquete y una punción ecoguiada, ya que la ausencia de cicatriz puede

**Tabla 1.** Principales características de los dispositivos de creación de fistulas arteriovenosas percutáneas

Tipo de dispositivo	Ellipsys™	WavelinQ™
Catéter	1 catéter: acceso venoso	2 catéteres: acceso arterial 4 Fr por arteria humeral (EE.UU.), acceso radial, cubital y humeral (Europa) y acceso venoso
Tipo de anastomosis	Anastomosis: radial proximal a vena perforante	Anastomosis: cubital o radial proximal a vena adyacente
Medio de imagen para realizar el procedimiento	Realizado con ecografía	Punción con ecografía y procedimiento con fluoroscopia
Embolización con coils	No se realiza embolización	Embolización con coils de vena braquial proximal (opcional) <sup>17</sup>
Medio para realizar la anastomosis	Fusión térmica y angioplastia	Radiofrecuencia
Tiempo medio por procedimiento	15-30 minutos <sup>14</sup>	84 ± 62 minutos <sup>17</sup>
Éxito técnico	(99%) <sup>14</sup>	Éxito técnico 96.7% <sup>17</sup>



**Figura 4.** Dispositivo WavelinQ™ posicionado previo al uso de radiofrecuencia (*WavelinQ™ EndoAVF System Specification*<sup>19</sup>). Imagen cortesía de WavelinQ™ (BD-41679).



**Figura 5.** Fístula cubito-cubital endovascular creada por dispositivo WavelinQ (*WavelinQ™ EndoAVF System Specification*<sup>19</sup>). Imagen cortesía de WavelinQ™ (BD-41679).

dificultar la localización de la anastomosis de la FAV. Otra variable importante para considerar es que el flujo venoso de salida puede ser múltiple (cefálico, basílico, humeral), lo que puede complicar la canulación en una zona distendida y pulsátil. La canulación inicial se realiza con una única aguja de 17 G, con un ángulo de 25-35°. Conforme la maduración de la FAV avanza, se progresiva hacia la canulación con dos agujas de un calibre mayor<sup>11</sup>.

## Resultados generales, permeabilidad y uso

El metaanálisis más reciente de Bontinis et al. reporta una permeabilidad primaria del 51.85 y el 47.97% para WavelinQ™ y Ellipsys™, respectivamente. La permeabilidad secundaria fue del 81.36 y 92.12%, respectivamente<sup>21</sup>.

Por otro lado, el equipo de Mallios reporta que el sistema Ellipsys™ tiene una permeabilidad primaria al año del 54%, permeabilidad asistida al año del 85% y secundaria al año del 96%<sup>14</sup>. Los resultados reportados por los grupos de Inston y Belarnd por el sistema WavelinQ™ muestran una permeabilidad primaria al año del 65 al 74%, una permeabilidad asistida del 80.7% y una permeabilidad secundaria del 87.8%<sup>9,17</sup>.

Los resultados en la literatura son múltiples y diversos según la experiencia que se adquiera con los dispositivos. La revisión de Shimamura et al.<sup>22</sup> expone los múltiples sesgos posibles encontrados en los distintos grupos de trabajo, pero deja claro que las fistulas endovasculares son costo-efectivas.

El equipo de Shahverdyan, en Hamburgo, ha tenido experiencia con los dos dispositivos y coinciden que tienen un porcentaje de éxito técnico cercano al 100%, aunque el dispositivo Ellipsys™ requiere menor tiempo de intervención<sup>23</sup>.



**Figura 6.** Kit del dispositivo de fístula arteriovenosa endovascular (*WavelinQ™ EndoAVF System Specification*<sup>19</sup>). Imagen cortesía de WavelinQ™ (BD-41679).

El flujo medio obtenido en un tiempo medio de un año de seguimiento fue de  $923 \pm 230$  ml/min y  $1,337 \pm 6,655$  ml/min en los dispositivos Ellipsys™ y WavelinQ™ respectivamente<sup>14,17</sup>.

En cuanto al uso de la fístula endovascular, comprendido como una HD exitosa, el estudio NEAT refiere que el dispositivo WavelinQ™ logró esta en el 87% de los pacientes<sup>24</sup>. Por su parte, el equipo de Hull et al. reporta que con el dispositivo Ellipsys™ se logró una HD exitosa en un 87% de los pacientes<sup>25</sup>.

## Complicaciones

Las complicaciones de las FAV endovasculares son poco comunes. En caso de que surjan, su naturaleza es similar a la de las FAV quirúrgicas: hematomas, pseudoaneurismas, disección arterial, trombosis temprana y lesiones neurológicas, como daño al nervio mediano<sup>7,11</sup>. También existe el riesgo de migración de los coils, en aquellos casos donde se realiza embolización de la vena braquial.

Existe un bajo riesgo de hipoperfusión distal, degeneración aneurismática o hipertensión venosa<sup>26</sup>. En los distintos estudios, se han encontrado complicaciones en un 2.48% para Ellipsys™<sup>19</sup> y en un 5.8% para WavelinQ™<sup>17</sup>.

## Conclusiones

Las FAV percutáneas se presentan como una opción mínimamente invasiva y segura para la creación de

accesos vasculares destinados a HD. En el mercado existen dos dispositivos aprobados para su implementación, con prometedores resultados en términos de permeabilidad y durabilidad. No obstante, es relevante señalar que este tipo de FAV pueden requerir intervenciones posteriores para mejorar y mantener su permeabilidad. No se han llevado a cabo estudios comparativos que establezcan la superioridad de un dispositivo sobre otro.

## Financiamiento

El presente caso no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores público, comercial o con ánimo de lucro.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos

de pacientes. Además, los autores han reconocido y seguido las recomendaciones según las guías SAGER dependiendo del tipo y naturaleza del estudio.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

#### Uso de inteligencia artificial para generar textos.

Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

## Bibliografía

1. Ibeas J, Roca-Tey R, Vallespín J, Moreno T, Moñux G, Martí-Monrós A, et al. Guía Clínica Española del Acceso Vascular para Hemodiálisis. Nefrología. 2017;37:1-191.
2. Lok CE, Huber TS, Lee T, Shenoy S, Yevzlin AS, Abreo K, et al. KDOQI Clinical Practice Guideline for Vascular Access: 2019 Update. Am J Kidney Dis. 2020;75(4):S1-164.
3. Thomas M, Nesbitt C, Ghouri M, Hansrani M. Maintenance of hemodialysis vascular access and prevention of access dysfunction: A review. Ann Vasc Surg. 2017;43:318-27.
4. Al-Jaishi AA, Oliver MJ, Thomas SM, Lok CE, Zhang JC, Garg AX, et al. Patency rates of the arteriovenous fistula for hemodialysis: a systematic review and meta-analysis. Am J Kidney Dis. 2014;63(3):464-78.
5. Yan Wee IJ, Yap HY, Tang TY, Chong TT. A systematic review, meta-analysis, and meta-regression of the efficacy and safety of endovascular arteriovenous fistula creation. J Vasc Surg. 2020;71(1):309-317.e5.
6. Schmidli J, Widmer MK, Basile C, de Donato G, Gallieni M, Gibbons CP, et al. 2018 Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). Eur J Vasc Endovasc Surg. 2018;55(6):757-818.
7. Nelson PR, Mallios A, Randel M, Jennings WC. Percutaneous arteriovenous fistula creation. Semin Vasc Surg. 2021;34(4):195-204.
8. Dawoud D, Lok CE, Waheed U. Recent advances in arteriovenous access creation for hemodialysis: New horizons in dialysis vascular access. Adv Chronic Kidney Dis. 2020;27(3):191-8.
9. Inston N, Khawaja A, Tullett K, Jones R. WavelinQ created arteriovenous fistulas versus surgical radiocephalic arteriovenous fistulas? A single-centre observational study. 2020;21(5):646-51.
10. Beathard GA, Litchfield T, Jennings WC. Two-year cumulative patency of endovascular arteriovenous fistula. J Vasc Access. 2020;21(3):350-6.
11. Tyagi R, Ahmed SS, Navuluri R, Ahmed O. Endovascular arteriovenous fistula creation: A review. Semin Intervent Radiol. 2021;38(5):518-22.
12. Franco G, Mallios A, Bourquelot P, Hebibi H, Jennings W, Boura B. Feasibility for arteriovenous fistula creation with Ellipsys™. J Vasc Access. 2020;21(5):701-4.
13. Popli K, Dittman JM, Amendola MF, Plum J, Newton DH. Anatomic suitability for commercially available percutaneous arteriovenous fistula creation systems. J Vasc Surg. 2021;73(3):999-1004.
14. Mallios A, Bourquelot P, Franco G, Hebibi H, Fonkoua H, Allouache M, et al. Midterm results of percutaneous arteriovenous fistula creation with the Ellipsys Vascular Access System, technical recommendations, and an algorithm for maintenance. J Vasc Surg. 2020;72(6):2097-106.
15. Medtronic [Internet]. Mineápolis: Ellipsys™ Vascular Access System; [consultado el 2 de septiembre de 2023]. Ellipsys™ Vascular Access System for arteriovenous fistula (AVF) creation; [alrededor de 2 pantallas]. Disponible en: <https://europe.medtronic.com/xd-en/healthcare-professionals/products/cardiovascular/arteriovenous-fistula-creation/ellipsys-vascular-access-system.html>
16. Liebtrau D, Zerwes S, Kerndl H, Schaaf J, Hyhlik-Dürr A. Technical aspects of percutaneous endovascular arteriovenous fistula creation with the Ellipsys™ Vascular Access System. Preliminary results after 16 patients. Langenbecks Arch Surg. 2023;408(1):91.
17. Berland T, Clement J, Inston N, Kreienberg P, Ouriel K, Bala S, et al. Percutaneous arteriovenous fistula creation with the 4F WavelinQ EndoAVF System. J Vasc Surg. 2022;75(3):1038-1046.e3.
18. Kitrou PM, Balta L, Papachristou E, Papasotiriou M, Katsanos K, Theofanis M, et al. Percutaneous arteriovenous fistula creation with the WavelinQ 4-French EndoAVF System: A single-center retrospective analysis of 30 patients. J Vasc Interv Radiol. 2022;33(1):33-40.
19. Our Product [Internet]. WavelinQ™ EndoAVF System Specification [citado 10 ene 2024]. Disponible en: <https://wavelinq.bd.com/our-product>
20. Franco G, Mallios A, Bourquelot P, Jennings W, Boura B. Ultrasound evaluation of percutaneously created arteriovenous fistulae between radial artery and perforating vein at the elbow. J Vasc Access. 2020;21(5):694-700.
21. Bontinis A, Bontinis V, Koutsoumpelis A, Wilminck T, Giannopoulos A, Rafailidis V, et al. A systematic review aggregated data and individual participant data meta-analysis of percutaneous endovascular arteriovenous fistula. J Vasc Surg. 2023;77(4):1252-1261.e3.
22. Shimamura Y, Kuniyoshi Y, Ueta H, Miyauchi T, Yamazaki H, Tsujimoto Y. A comparison between the efficacy and safety of endovascular arteriovenous fistula creation and surgical fistula creation: A systematic review and meta-analysis. Cureus. 2022;14(5).
23. Shahverdyan R, Beathard G, Mushtaq N, Litchfield TF, Nelson PR, Jennings WC. Comparison of outcomes of percutaneous arteriovenous fistulae creation by Ellipsys and WavelinQ devices. J Vasc Interv Radiol. 2020;31(9):1365-72.
24. Mallios A, Malik J, Jennings WC. Endovascular arteriovenous fistula creation-Review of current experience. Diagnostics (Basel). 2022;12(10).
25. Hull J, Deitrick J, Groome K. Maturation for hemodialysis in the Ellipsys post-market registry. J Vasc Interv Radiol. 2020;31(9):1373-81.
26. Hebibi H, Achiche J, Franco G, Rottembourg J. Clinical hemodialysis experience with percutaneous arteriovenous fistulas created using the Ellipsys™ vascular access system. Hemodial Int. 2019;23(2):167-72.