

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE MEDICINA
CARRERA DE TECNOLOGÍA MÉDICA

“Últimos avances en la evaluación de Endoleaks aórticos por ecografía”:

Revisión Narrativa

**Proyecto de Seminario de Grado
presentado en conformidad a los requisitos para obtener
el Grado Académico de
“Licenciado en Tecnología Médica con mención en Imagenología y Física
Médica”**

Autores:

Fernanda Paulina Pillado Allimant

RUT: 18.618.253-7

Fono contacto: +56957735611

fernanda.pillado@alumnos.uv.cl

Roberto Cristian Videla Villanueva

RUT:18.998.660-2

Fono contacto: +56936931603

roberto.videla@alumnos.uv.cl

Profesor guía:

Cristóbal Karstulovic Madriaga

Tecnólogo Médico con mención en imagenología

Coordinador imagenología del Hospital de Niños y Cunas de Viña del Mar

Fono contacto: +56942789636

ckarstulovic@gmail.com

ÍNDICE

RESUMEN	5
PALABRAS CLAVES	5
ABSTRACT	6
KEYWORDS	6
1. DURACIÓN DEL PROYECTO	6
2. LISTA DE ACRÓNIMOS	7
3. INTRODUCCIÓN	8
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	10
4.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	11
4.2. RELEVANCIA	11
5. OBJETIVOS	11
5.1. OBJETIVO GENERAL	11
5.1.1. Objetivos específicos	11
6. MARCO TEÓRICO	12
6.1. ANEURISMA	12
6.1.1. Definición de Aneurisma	12
6.1.3. Tipos de Aneurisma	13
<i>6.1.3.1 Subtipos de Aneurismas de acuerdo a su clasificación</i>	13
6.1.4. Epidemiología	14
<i>6.1.4.1 Localización</i>	14
<i>6.1.4.2. Factores de riesgo</i>	14
<i>6.1.4.3. Sintomatología del AAA</i>	14
6.1.5. Tratamiento	15
<i>6.1.5.1. Laparotomía</i>	16
<i>6.1.5.2. Reparación aórtico endovascular</i>	16
<i>6.1.5.2.1. Definición de reparación aórtico endovascular</i>	17
<i>6.1.5.2.2. Características del procedimiento</i>	17
<i>6.1.5.2.3. Procedimiento de EVAR</i>	17
6.1.5.2.3.1. Tipo de Anestesia	18
6.1.5.2.3.2. Uso de Balón Compliant Aórtico de Oclusión	19
6.1.5.2.3.3. Protocolo S.A.N.T.I.A.G.O.	19

6.2. ENDOLEAKS	20
6.2.1. Definición de Endoleaks	20
6.2.2. Fisiopatología	21
6.2.3. Epidemiología	21
6.2.3.1 <i>Factores de riesgo</i>	22
6.2.3.2 <i>Localización</i>	22
6.2.4. Tipos de Endoleaks	22
6.2.5. Tratamientos	23
6.3. IMAGENOLOGÍA	25
6.3.1. Angiografía	26
6.3.1.1. <i>Tipos de Angiografía</i>	26
6.3.2. Tomografía Computada	27
6.3.2.1. <i>Angiografía por Tomografía Computada</i>	27
6.3.3. Resonancia Magnética	28
6.3.3.1. <i>Angiografía por Resonancia magnética</i>	28
6.3.4. Ecografía	29
6.3.4.1. <i>Principio Físico</i>	30
6.3.4.1.1. <i>Características</i>	30
6.3.4.2. <i>Ecógrafo</i>	31
6.3.4.2.1. <i>Configuración técnica de un ecógrafo</i>	31
6.3.4.3. <i>Ecografía para evaluar Endoleaks</i>	32
6.3.4.3.1. <i>Ecografía Doppler</i>	32
6.3.4.3.2. <i>Ecografía Dúplex</i>	34
6.3.4.3.3. <i>CEUS</i>	35
6.3.4.3.4. <i>Ecografía SMI</i>	36
6.3.4.3.5. <i>Ecografía Angio PL.U.S.</i>	37
6.3.4.3.6. <i>Ultrasonografía Endovascular</i>	38
7. MATERIALES Y MÉTODOS	39
7.1. TIPO DE ESTUDIO	39
7.2. CRITERIO DE ELEGIBILIDAD	39
7.2.1. Tipos de estudios permitidos	39
7.2.2. Participantes	39
7.2.3. Intervenciones	39
7.2.4. Variables de resultados	39
7.3. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA	40

7.3.1. Base de datos bibliográfica	40
7.3.2. Palabras clave	40
7.3.3. Periodo de búsqueda	40
7.3.4. Idiomas permitidos en la búsqueda	40
8. RESULTADOS	41
9. DISCUSIÓN	53
10. CONCLUSIONES	55
11. BIBLIOGRAFÍA	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 6.1: Representación de 2 tipos de aneurisma:	13
Figura 6.3: Tipos de Endoleaks I a III de izquierda a derecha correspondientemente	24
Figura 6.4. Esquema de modelos de masa/resorte en diferentes medios.	31
Figura 6.5. Componentes técnicos internos de un ecógrafo	32
Figura 6.6. Ecografía Doppler en la zona abdominal para la visualización de Endoleaks de tipo III	34
Figura 6.7. A. Visualización de Endoleaks mediante DUS con color flow (imagen inferior izquierda) o sin color flow (imágenes superior e inferior derecha).	35
Figura 6.8. b. Ecografía por CEUS, que evidencia la aparición de un Endoleaks de tipo IIa	37
Figura 6.9. A. Ecografía por SMI	38
Figura 6.10. Ecografía por Angio PL.U.S. en el cual se realiza un corte en la región abdominal para evidenciar la manifestación de Endoleaks tipo IIa	39

RESUMEN

Los Endoleaks o Endofugas corresponden a una complicación frecuente de aproximadamente al 26% de los tratamientos de reparación aórtico endovascular (EVAR) en los casos de aneurisma aórtico, provocando un sangrado peri-protésico dentro del saco, lo cual puede conllevar a la expansión o rotura de este saco aneurismático en un estadio avanzado.

El estudio de diagnóstico por imagen para evidenciar los Endoleaks aórticos corresponde a la Angio-tomografía computada (Angio-TC) como Gold Estándar, puesto que esta ofrece una sensibilidad y especificidad sobre 80%, sin embargo, entre sus desventajas está la nefrotoxicidad inducida por el uso de medio de contraste, además del riesgo considerable por la tasa de exposición a la radiación de la cual están expuestos los pacientes, ya que son controlados periódicamente al año. Esto generó la necesidad de buscar un método de estudio imagenológico no invasivo, accesible, rentable y de calidad diagnóstica, la cual es la Ecografía, puesto que, cumple todas las características y se ha posicionado como una opción en ascenso, con grandes avances y estudios en sus múltiples modos.

El objetivo principal de esta tesis es describir los últimos avances respecto del diagnóstico por imagen mediante la ecografía con sus diferentes modos, además se discute su impacto en la detección de Endoleaks, provenientes de los aneurismas aórtico-abdominal provocados por la endoprótesis del tratamiento EVAR.

La metodología utilizada en este trabajo de investigación fue la recopilación de información extraída de sitios como Pubmed, Elsevier, Scielo, Cochrane, Scopus, Science Direct y Scholar Google, tanto libros como revistas científicas comprendidas entre los años 2017 y 2020, en relación al concepto de Endoleaks, Ecografía Doppler, Angio Tomografía Computarizada, aneurisma aorta abdominal.

PALABRAS CLAVES

Aneurisma, Endoleaks, EVAR, Angiografía, Tomografía Computada, Angio-TC, Resonancia Magnética, Angio-RM, Ecografía, Doppler, DUS, CEUS, SMI, Angio-PL.U.S., Ultrasonografía Endovascular.

ABSTRACT

Endoleaks are a frequent complication of approximately 26% of endovascular aortic repair treatments (EVAR) in cases of aortic aneurysm, causing peri-prosthetic bleeding into the sac, which can lead to expansion or rupture of the aneurysmal sac at an advanced stage.

The diagnostic imaging study to demonstrate aortic Endoleaks corresponds to computed tomography angiography (Angio-CT) as Gold Standard, since it offers a sensitivity and specificity over 80%, however, among its disadvantages is the nephrotoxicity induced by the use of contrast medium, in addition to the considerable risk by the rate of radiation exposure to which patients are exposed, since they are monitored periodically per year. This generated the need to look for a non-invasive imaging study method, accessible, cost-effective and of diagnostic quality, which is the Ultrasound, since it meets all the characteristics and has positioned itself as an option on the rise, with great advances and studies in its multiple modes.

The main objective of this thesis is to describe the latest advances in diagnostic imaging by ultrasound with its different modes, as well as its impact on the detection of Endoleaks, from aortic-abdominal aneurysms caused by EVAR treatment stenting.

The methodology used in this research work was the collection of information extracted from sites such as Pubmed, Elsevier, Scielo, Cochrane, Scopus, Science Direct and Scholar Google, both books and scientific journals comprised between the years 2017 and 2020, in relation to the concept of Endoleaks, Doppler Ultrasound, Computed Angio Tomography, abdominal aortic aneurysm.

KEYWORDS

Aneurysm, Endoleaks, EVAR, Angiography, Computed Tomography, Angio-CT, Magnetic Resonance Imaging, Angio-MRI, Ultrasound, Doppler, DUS, CEUS, SMI, Angio-PL.U.S., Endovascular Ultrasonography.

1. DURACIÓN DEL PROYECTO

La realización de esta investigación comenzó en marzo de 2021 hasta octubre de 2021

2. LISTA DE ACRÓNIMOS

AAA: Aneurisma Aórtico Abdominal

TC: Tomografía Computada

AngioTC: Angiografía por Tomografía Computada

EVAR: Reparación Aórtico Endovascular

RM: Resonancia Magnética

AngioRM: Angiografía por Resonancia Magnética

DUS: Duplex Ultrasound

CEUS: Contrast-Enhanced Ultrasound

SMI: Superb Micro-vascular Imaging

Angio-PL.U.S.: Angio Planewave Ultrasensitive Imaging

3. INTRODUCCIÓN

Un aneurisma corresponde a la dilatación anómala (de 3 cm o más) en los vasos sanguíneos, tanto venas como arterias, formando así un saco en el endotelio, siendo más frecuente en la arteria aorta. Existen dos tipos de aneurismas los cuales corresponden a los verdaderos, que por definición permanecen dentro del compartimento vascular y poseen sangre, y los falsos, que son una disección localizada o desgarro en la pared interna de la arteria, delimitados por las capas externas de la pared vascular ¹

Los AAA se presenta de forma asintomática en los pacientes, diagnosticándose de manera incidental en una exploración física, en exámenes de diagnóstico por imagen como una Ecografía, una Tomografía Computarizada (TC) o una Resonancia Magnética (RM) de abdomen solicitada por otras razones⁵, por otro lado, en el caso de pacientes que tienen sobre 60 años y refieren dolor abdominal o dorsal agudo, debe sospecharse sobre esta patología⁶, evaluándose a través de la triada clínica clásica, la cual se explica como hipotensión, dolor abdominal o lumbar y masa abdominal pulsátil, aunque en estos casos se presente solo en el 25-50 % de los pacientes. También debe sospecharse en quienes posean signos de alerta de potencial rotura de un aneurisma aórtico, tales como síncope, hipotensión transitoria o pérdida de consciencia⁵.

Los factores de riesgo asociados a la morbilidad y mortalidad de los aneurismas aórticos corresponden a: La hipertensión arterial, arteriosclerosis y tabaquismo. Las ubicaciones más frecuentes de esta patología corresponden a los aneurismas de aorta abdominal ss(AAA)¹, en el segmento infrarrenal (55%), el segmento suprarrenal alcanza el 5% de los casos; la torácica 12%, ilíaca 25% y periférica 3,5%², los cuales tienen una prevalencia de 1,3% en la población desde los 50 a 54 años, y de 12,5% para los pacientes de 75 a 84 años³, siendo los hombres más afectados que las mujeres, y está asociada a una mortalidad entre el 0,7% y 5% en el caso de que exista la rotura aneurismática⁴.

El examen imagenológico para determinar la presencia de los AAA corresponde a la TC, específicamente la Angio Tomografía Computada (AngioTC)⁵, por medio de la cual se obtienen las medidas necesarias de la aorta y se lleva a cabo el tratamiento quirúrgico, por otro lado, la ecografía es útil para detectar esta patología desde el punto de vista de la especificidad pues permite visualizar el tejido⁵, no obstante posee baja sensibilidad para visualizar algunas

lesiones, tal como un hematoma retroperitoneal, es por ello que este examen no es determinante para evaluar una rotura aneurismática⁵.

Para poder intervenir el AAA se requiere de una cirugía convencional mediante un bypass aorto-aórtico, aorto-biliaco o bifemoral (según la degeneración aneurismática que puede suceder en ambas ilíacas) con prótesis de Dacron⁴, o bien un abordaje endovascular. Dado la complejidad de la patología puede ocasionar la rotura del vaso, llegando a una tasa de mortalidad de 2% a 6% en el caso de preferir la cirugía convencional⁴. Por lo tanto, el tratamiento de elección corresponde a la Reparación Aórtico Endovascular (EVAR), ofreciendo menores tasas de mortalidad (1%) al igual que la morbilidad, menor estancia hospitalaria y menor tiempo de recuperación a los 30 días, comparados con el manejo convencional⁴. Sin embargo, las complicaciones relacionadas al EVAR requieren intervenciones repetidas en el 6% de los pacientes después de 1 año, 16% a los 3 años, y hasta un 30% de los casos dentro de los 6 años posteriores a la cirugía inicial², una de estas complicaciones corresponde a los Endoleaks, el cual se define como el flujo sanguíneo persistente dentro del saco aneurismático después de su reparación endovascular⁵.

Los Endoleaks se producen como consecuencia de un efecto no deseado del tratamiento endovascular, que a su vez es influido por la configuración anatómica que posee la arteria aorta en cada segmento donde esté presente el aneurisma, con una prevalencia entre el 20 a 50% de los pacientes que fueron sometidos a EVAR⁷. Cabe mencionar que la patología tiene tipos de presentaciones de acuerdo a la complicación post operatoria, y que el porcentaje entregado anteriormente puede variar acorde a esta clasificación⁸: Se encuentran desde el tipo I que corresponde al fallo de anclaje, tipo II refiriéndose al relleno retrógrado del flujo a partir de la arteria mamaria izquierda o arterias lumbares, el tipo III se explica como la detección de defecto en la prótesis que permite el flujo hacia el saco, tipo IV correspondiente a la extravasación transitoria tras el procedimiento de la endoprótesis y el tipo V definido como el crecimiento del saco sin encontrar el Endoleak⁸, además mencionar que existen factores de riesgos inherentes a cada tipo de la clasificación como también el tratamiento que depende de cada caso y de la regresión del aneurisma⁸.

La presencia de Endoleaks aórticos implica un mayor riesgo de rotura en algunos casos, es por ello que se han establecido protocolos de seguimiento post-operatorio de EVAR para poder detectarlas⁵. Este protocolo consiste en: Utilizar la TC y distintos modos de ecografía al mes, en caso de detectar Endoleaks o crecimiento del saco, se repite el

procedimiento a los 6 meses y posteriormente cada 6 a 12 meses alternando ambos exámenes⁵. El examen Gold Estándar para evaluar esta patología corresponde a la AngioTC ya que ofrece una especificidad y sensibilidad del 80%^{9,10}, aunque tiene como desventaja la considerable cantidad de radiación ionizante a la cual sobreexpone al paciente, además de una posible nefrotoxicidad debido a la cantidad necesaria de medio de contraste a utilizar con el fin de entregar un diagnóstico adecuado¹⁰. Por otro lado, se obtiene como alternativa el uso de la Ecografía, ya que ofrece los parámetros de especificidad como sensibilidad variable acorde al modo que se utilice, tales como Doppler¹¹, Duplex¹², CEUS¹³ y Angio PL.U.S¹⁴., superando al AngioTC en algunos casos en relación a los dos parámetros mencionados anteriormente. Además, no emite radiación ionizante, evitando así generar un efecto adverso tanto corto como a largo plazo, siendo de esta manera un examen seguro y de calidad para evaluar Endoleaks aórticos¹⁵.

La relevancia de esta investigación es describir los últimos avances respecto a la Ecografía y sus diferentes modos para evaluar los Endoleaks aórticos, presentándola como un método imagenológico no invasivo, accesible, rentable y con una calidad diagnóstica, que permite reducir la exposición del paciente a la radiación debido a los exámenes como lo es la Angio-TC.

Dado que los pacientes que han sido intervenidos mediante EVAR deben someterse constantemente a control a través de exámenes imagenológicos, del cual, el método de elección corresponde a la Angio-TC, exponiendo a los pacientes a altas dosis de radiación ionizante, por lo que se recomienda utilizar la Ecografía a través de sus múltiples modos para llevar a cabo el seguimiento de los pacientes, ofreciendo una calidad diagnóstica equiparable al examen Gold Estándar. El objetivo de esta investigación es describir los últimos avances en el desarrollo de los distintos modos de ecografía, en relación al estudio y seguimiento de los Endoleaks aórticos.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Dado el gran número de pacientes que cuentan con Endoleaks Aórticos después de ser intervenidos con EVAR, y que requieren estar en constante evaluación mediante AngioTC, la cual es el examen Gold Estándar, pero que utiliza una alta tasa de radiación ionizante, ha surgido la necesidad de buscar un método de control alternativo con el fin de realizar un seguimiento y vigilancia respecto del hallazgo de Endoleaks Aórticos, sin la necesidad de estar utilizando radiaciones ionizantes de forma constante hacia los pacientes. Dicha alternativa

corresponde al diagnóstico por imagen mediante la Ecografía a través de sus múltiples modos, ofreciendo un examen alternativo al Gold Estándar.

En base a nuestro problema de investigación, los modos anteriormente mencionados se han visto en aumento de acuerdo al auge de las nuevas tecnologías en la actualidad encontrados en la bibliografía científica, las cuales permiten controlar esta patología, ofreciendo una mejora tanto en la sensibilidad como en la especificidad ante la detección de Endoleaks Aórticos, no obstante, hay poca información actual sobre las características, la aplicación y el alcance de estas nuevas tecnologías, por lo que se ha replanteado la siguiente pregunta de esta revisión narrativa:

4.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los últimos avances, encontrados en la bibliografía científica, para la evaluación de Endoleaks aórticos a través de la Ecografía?

4.2. RELEVANCIA

La relevancia de esta investigación es describir los últimos avances respecto a la Ecografía y sus diferentes modos para evaluar los Endoleaks aórticos, presentándola como un método imagenológico no invasivo, accesible, rentable y con una calidad diagnóstica, que permite eliminar la exposición del paciente a la radiación ionizante.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

- ❖ Describir los últimos avances, reportados por la bibliografía científica, sobre la evaluación de Endoleaks aórticos por Ecografía.

5.1.1. Objetivos específicos

- ❖ Describir las características generales (definición, tipos, localización, factores de riesgo, sintomatología y tratamiento) de los aneurismas, reportados por la bibliografía científica.

- ❖ Describir los aspectos generales de los Endoleaks (Definición, fisiopatología, antecedentes, tipos y tratamiento), reportados por la bibliografía científica.
- ❖ Describir los protocolos de los exámenes imagenológicos (Angiografía, Tomografía computada, Resonancia magnética y Ecografía), reportados por la bibliografía científica sobre la evaluación de Endoleaks.
- ❖ Describir los últimos avances en la ecografía a través del desarrollo de nuevos modos para la evaluación de Endoleaks aórticos (Doppler, Duplex, CEUS, SMI, Angio PL.U.S. y Ultrasonografía Endovascular), reportados por la bibliografía científica.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. ANEURISMA

6.1.1. Definición de Aneurisma

El concepto “aneurisma” se refiere a la dilatación anormal de un vaso sanguíneo, siendo más frecuente en arterias, específicamente en la aorta.¹ De acuerdo a lo mencionado anteriormente, tiene una variabilidad de formas debido a las causas por la que se genera, la localización y la zona anatómica donde se produce la lesión, es por ello que es necesario establecer una clasificación que pueda discernir entre cada tipo.¹

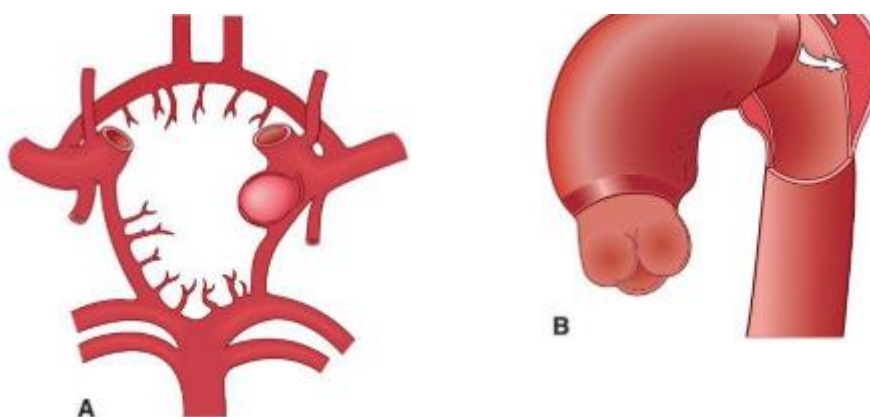


Figura 6.1: Representación de 2 tipos de aneurisma: **A.** Aneurisma “verdadero” de tipo sacular, el cual consiste en una mínima dilatación de forma esférica. **B.** Aneurisma “falso” de tipo disecante, causado por un desgarro de la túnica íntima del vaso. (Imagen extraída de Porth C. Porth Fisiopatología. 10th ed. L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona): Wolters Kluwer; 2019. 85–90 p.)

6.1.2. Fisiopatología

En relación con su fisiopatología, consiste en el incremento de la tensión de la pared vascular, debido al aumento del diámetro del vaso, explicándose como “la tensión en la pared de un vaso es igual a la presión multiplicada por el radio” (tensión = presión x radio).¹ En este caso, la presión en el segmento del vaso afectado por el aneurisma no cambia, permaneciendo igual a la de las porciones adyacentes. Si el aneurisma crece en diámetro, la tensión en la pared vascular también aumentará en proporción directa al primero.¹

6.1.3. Tipos de Aneurisma

Según las características mencionadas se clasifican en 2 tipos: Los verdaderos, quienes están delimitados por la pared vascular completa, es decir, que permanecen dentro del compartimiento vascular; y los falsos, que corresponden a pseudoaneurismas puesto que aparecen como disección localizada o un desgarró en la pared interna de la arteria, formando un hematoma extravascular que provoca el aumento considerable del vaso sanguíneo, además están delimitados por las capas externas de la pared vascular o tejidos de soporte.¹

6.1.3.1 Subtipos de Aneurismas de acuerdo a su clasificación

De acuerdo a la clasificación antes descrita, existen subtipos para cada uno de estos 2 tipos de aneurismas. De los verdaderos se tienen: ¹

En cereza, que consiste en una pequeña dilatación esférica en la bifurcación de un vaso sanguíneo. Se ubica principalmente en el Polígono de Willis, en la circulación cerebral; el aneurisma fusiforme se define como una afección en toda la circunferencia del vaso, además se caracteriza por su dilatación que es gradual y progresiva, teniendo un diámetro y longitud variable (alcanzando hasta 20 cm), afectando todas las porciones ascendentes y transversales de la aorta torácica o extenderse en segmentos largos de la aorta abdominal; y finalmente el aneurisma sacular, el cual corresponde a la extensión sobre parte de la circunferencia del vaso y tiene forma de saco.¹

Sobre los subtipos que tienen los aneurismas falsos, existe el aneurisma disecante se explica como un desgarró en la túnica íntima del vaso, permitiendo que la sangre entre en la pared vascular y diseca sus capas para formar una cavidad llena de sangre, además puede llegar

a ser una complicación extremadamente grave de acuerdo a su ubicación, por ejemplo, a nivel de la aorta.¹

6.1.4. Epidemiología

La prevalencia de los AAA es de 1,3% en varones hasta los 54 años, aumentando en un 12,5% en edades de 75 a 84 años³. La tasa de mortalidad de esta patología se encuentra entre el 70% a 90 %⁵, no obstante, en presencia de un protocolo y algoritmos definidos con la finalidad de tratar el aneurisma, disminuye de un 32% a 18%⁵. Respecto de la tasa anual de ruptura para AAA que sean de diámetros aproximados de 4 cm corresponden 0,3%, de 4 a 4,9 cm es del 0.5% al 5%, de 5 a 5,9 cm es del 3% al 15%, de 6 a 6,9 cm del 10 al 20% y de 7 a 7,9 cm del 20 al 40%²

6.1.4.1 Localización

Como se nombró anteriormente, los aneurismas se presentan preferentemente en las arterias, siendo la más común en la aorta específicamente en la sección abdominal denominándose en adelante como aneurisma aórtico abdominal¹¹ (AAA). Además, se distinguen 4 localizaciones que toman como principal referencia a las arterias renales:¹¹

En primer lugar, se tiene al aneurisma suprarrenal, el cual engloba a una o más arterias viscerales abdominales, seguido del aneurisma pararrenal, quien abarca a las arterias renales, después se tiene al aneurisma yuxtarenal, que se forma justo debajo del nacimiento de las arterias renales¹¹ y el aneurisma infrarenal que se origina distalmente a las arterias renales. Siendo en este segmento el de mayor frecuencia de aparición con 55%.²

6.1.4.2. Factores de riesgo

Los factores de riesgo asociados a la formación de un aneurisma son la edad (mayor a 60 años), predilección por el sexo masculino (relación 6/1)¹¹, tabaquismo, arteriopatía periférica, hipertensión, cardiopatía isquémica, hipercolesterolemia, enfermedades del tejido conectivo e historia familiar o personal de patología aneurismática.²

6.1.4.3. Sintomatología del AAA

Entre 66% y el 75% de los AAA son asintomáticos¹⁶, sin embargo, cuando hay una presentación clínica de un AAA es, con frecuencia, sutil y confusa, por lo que ante signos de

alerta de potencial rotura de un aneurisma aórtico tales como síncope, hipotensión transitoria o pérdida de consciencia, es esencial un alto índice de sospecha.⁵

Los AAA sintomáticos se presentan con mayor frecuencia con un dolor severo y persistente en la espalda, abdomen, flanco o ingle, este dolor puede indicar erosión o compresión del aneurisma con las estructuras circundantes (ej: columna vertebral)¹⁶, inflamación o infección de la pared aórtica o rotura del saco aneurismático. Una expansión rápida del aneurisma puede causar síntomas abdominales más vagos e inespecíficos.¹⁶

Según la ubicación de la rotura aórtica y la tasa correspondiente de sangrado (es decir, rotura intraperitoneal libre frente a rotura retroperitoneal contenida), la agudeza y gravedad de los síntomas pueden variar.¹⁶

La triada clínica clásica de hipotensión, dolor abdominal o lumbar y masa abdominal pulsátil solo está presente en el 25-50 % de los pacientes⁵. Además, se pueden hallar síntomas tales como tromboembolización, ateroembolización o desarrollo de una fístula arteriovenosa o aortoentérica.¹⁶

Con menos frecuencia, el AAA puede presentarse como edema de las extremidades inferiores por compresión de la vena cava inferior, insuficiencia cardíaca por formación de fístula aortocava o hemorragia digestiva alta por fístula aortoentérica. Además, los pacientes pueden presentar isquemia de miembros inferiores como resultado de tromboembolización o ateroembolización del saco del aneurisma o debido a trombosis aórtica aguda.¹⁶

6.1.5. Tratamiento

Es necesario mencionar que sin un tratamiento adecuado el aneurisma puede romperse por un incremento en la tensión, y si no tiene rotura puede causar daño ya que al ejercer presión en las estructuras adyacentes interrumpe el flujo sanguíneo.¹ Es por ello que se lleva a cabo la búsqueda de tratamientos que contribuyan a reducir la mortalidad y morbilidad que produce la patología, debiendo realizarse anteriormente una adecuada anamnesis para extraer toda la información pertinente, de forma que coincida la exploración física (tanto la evaluación primaria como secundaria) con los antecedentes del paciente.⁶

Respecto de los tratamientos, se tienen principalmente la laparotomía con la finalidad de reparar las zonas afectadas por los aneurismas, también existen cirugías

quirúrgicas permitiendo un abordaje mediante bypass¹¹ o clips quirúrgicos¹⁷ acorde a la localización, por otro lado, se ha visto en la necesidad de buscar otras alternativas menos riesgosas, tales son la embolización endovascular¹⁷ o la reparación endovascular, en relación a la ubicación donde existe la patología.¹⁷

Finalmente se debe tomar una decisión en base a criterios respecto del paciente, logrando estratificar el riesgo que estos tienen para elegir el tratamiento adecuado, con el fin de entregar una óptima atención y reducir cualquier riesgo inherente a este y frenar el avance del aneurisma: Estado neurológico en el caso de aneurismas cerebrales, edad, ubicación, tamaño y forma del aneurisma, riesgo de ruptura del aneurisma, disponibilidad de opciones de tratamiento y aneurismas rotos frente a aneurismas no rotos.¹⁷

6.1.5.1. Laparotomía

Laparotomía se explica como la realización de un corte de gran tamaño, o incisión, en el abdomen donde se encuentra el aneurisma⁶, donde posteriormente el área dañada por el aneurisma se separa quirúrgicamente de la parte principal de la aorta y se lo reemplaza por un tubo sintético (conocido como injerto aórtico) que se fija con una sutura.¹¹

Se describen 2 abordajes diferentes para la laparotomía:⁵ transperitoneal y retroperitoneal.¹⁸ El abordaje transperitoneal permite un control aórtico proximal a nivel supra celíaco, suprarrenal o infrarrenal y un control distal a nivel de las arterias ilíacas o inclusive femorales, por otro lado, el control suprailíaco se recomienda solo cuando se necesita un control rápido y seguro de la hemorragia, pero se sabe que aumenta los daños por isquemia del hígado, riñones e intestinos, por lo que se debe reducir el tiempo de clampeo lo más posible.¹⁸ El abordaje retroperitoneal se sugiere para una exposición rápida de la aorta supra celiaca y es seguro cuando la persona que realiza el procedimiento está familiarizada con este abordaje en cirugías electivas, además se puede considerar en pacientes con complexión gruesa.⁶

6.1.5.2. Reparación aórtico endovascular

En relación a los aneurismas aórticos, se ha requerido utilizar tratamientos de EVAR, disminuyendo el uso de laparotomía, ya que a su vez reduce la tasa de mortalidad en un 4.7%,¹¹ como también la estancia hospitalaria y el costo monetario, mejorando a su vez la calidad de vida del paciente. Sin embargo, no es un indicativo de que estén en desuso las

cirugías convencionales, debido a que esta necesidad de buscar otras estrategias está enfocada en pacientes con comorbilidades altas y anatomía particular.¹¹

6.1.5.2.1. Definición de reparación aórtico endovascular

EVAR se explica como el uso de endoprótesis (prótesis Stent) a través de una vía venosa y no por laparotomía, minimizando todo riesgo invasivo en el paciente. Dicho concepto fue llevado a cabo por el Dr. Juan Carlos Parodi en 1991, buscando la minimización del método invasivo que antes era descrito como reparación vascular a partir de cirugías.¹⁸

6.1.5.2.2. Características del procedimiento

Los pacientes que son elegibles para la laparotomía como resultado de una comorbilidad o su edad, actualmente pueden ser tratados con EVAR, otorgando un menor riesgo, incluyendo particularmente a pacientes con clasificación ASA (American Society of Anesthesiologists) Tipo III o IV, concomitante con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), o insuficiencia cardíaca.¹⁹

El tratamiento endovascular también ha reducido aún más la tasa de mortalidad perioperatoria de la laparotomía, debido a que la introducción de las prótesis de stent también parece reducir el riesgo de muerte causada por la rotura del aneurisma.¹¹

6.1.5.2.3. Procedimiento de EVAR

Se realizan a través de bypass aorto-aórtico, aorto-biliaco o bifemoral (según la degeneración aneurismática de ambas ilíacas) con prótesis de Dacron.⁶ En general se utiliza un balón de oclusión aórtica (BOA), el cual es llevado vía femoral a través de un introductor 12-14 F (45-60 cm) e hinchado por encima de la rotura del aneurisma.¹¹

Se basa en el principio de exclusión del aneurisma usando una prótesis stent, reduciendo la presión en el saco del aneurisma, de forma que evita la rotura de ésta. Para que el procedimiento sea realizado, debe ser posible anclar la endoprótesis con seguridad fuera del aneurisma, proximal y distal. El cuerpo principal consta de una prótesis bifurcada en forma de Y, con una pata larga y una corta. La pata corta contralateral se alarga utilizando un injerto de tubo contralateral.¹⁹

Los componentes individuales se insertan a lo largo de las arterias femorales utilizando un sistema de descarga, bajo la vigilancia de rayos x, y luego liberados. Debido a la morfología de los aneurismas, esta técnica no es adecuada para todos los casos. El cuello del aneurisma debe tener una longitud de al menos 15 mm para que actúe como la zona de anclaje, y el diámetro del cuello no debe exceder de 30 a 34 mm.¹⁹ Esta zona debe presentar una pared aórtica normal, sin la formación de placa trombótica significativa y retorcimiento moderado. La zona de aterrizaje distal debe tener un diámetro de no más de 20 mm y debe ser al menos 30 mm de largo.¹⁹

Para ello, se requiere un análisis previo de la Angio TC, para determinar el tipo de endoprótesis a utilizar según la morfología aortoiliaca que presente el paciente,¹⁸ además se debe considerar el poco tiempo de planeamiento en comparación con otros casos graves, por lo que se necesita que haya un equipo interdisciplinario que se encuentre familiarizado con este procedimiento.¹⁹

6.1.5.2.3.1. Tipo de Anestesia

Se inicia con una anestesia local con o sin sedación asociada, habitualmente Heparina, puesto que contribuye en preservar el tono simpático y evita el colapso circulatorio generalmente causado por la inducción de la anestesia general, aportando mayor estabilidad hemodinámica; asimismo, mantiene el tono muscular de la pared abdominal, lo que facilita el efecto taponamiento del hematoma retroperitoneal, también permite la monitorización constante del estado neurológico del paciente.⁵ Sus principales desventajas están relacionadas con una pérdida súbita del nivel de consciencia, la falta de control de la vía aérea, el control subóptimo del dolor y la incomodidad del paciente y/o del equipo quirúrgico.⁵

De acuerdo a lo mencionado, se utiliza la anestesia local cuando el paciente se mantiene estable y consciente, por lo que no es infrecuente la conversión a anestesia general en casos particulares, de las cuales se tienen: El shock hipovolémico, incomodidad del paciente y la necesidad de un acceso ilíaco.⁵

En caso de necesidad de conversión a anestesia general en las fases iniciales, se recomienda antes colocar un balón de oclusión aórtico con anestesia local⁵, y en otros casos, el tipo de anestesia se modifica una vez controlado el aneurisma para un mejor posicionamiento de la prótesis o para realizar el bypass fémoro-femoral en caso de endoprótesis aorto-monoilíaca.

La anestesia general puede ser beneficiosa al final del procedimiento y en el posoperatorio inmediato, cuando son necesarias maniobras de resucitación con volumen, para mejorar una situación respiratoria comprometida o aminorar un síndrome compartimental.⁵

6.1.5.2.3.2. Uso de Balón Compliant Aórtico de Oclusión

Se recomienda el uso de un balón compliant aórtico de oclusión (BOA), en caso de inestabilidad hemodinámica grave, ya que en estos pacientes el control de la aorta tiene que ser inmediato.⁵ Con el empleo del balón se obtiene un margen de tiempo adicional, útil para que el equipo quirúrgico revise rápidamente las imágenes de la TC, planifique la intervención y seleccione la prótesis, al tiempo que el anestesista pueda terminar de obtener todos los accesos.

El BOA se hinchará en función de la situación hemodinámica del paciente, del cual idealmente el control aórtico proximal debería hacerse en el nivel más bajo que detenga la hemorragia, por lo que el BOA ha de llevarse primero a la aorta suprarrenal (generalmente por encima del tronco celíaco) y, en cuanto sea posible, bajarlo a posición infrarrenal o pararrenal, de esta forma se minimiza el riesgo de isquemia espinal y visceral.⁵

6.1.5.2.3.3. Protocolo S.A.N.T.I.A.G.O.

El protocolo SANTIAGO es un acrónimo que describe 8 pasos para una planificación EVAR y llevar a cabo un correcto tratamiento²⁰:

- S (Size the aneurysms): Corresponde a la medición exacta del máximo diámetro en cuello aórtico e ilíacas comunes/externas.²⁰
- A (Access): Se refiere al acceso o vía por el cual se inicia el procedimiento, generalmente ilio-femoral.²⁰
- N (Neck): Correspondiente al cuello aórtico infrarrenal, el cual es uno de los factores anatómicos clave en planificación por su relación directa con reintervenciones y complicaciones a medio-largo plazo.²⁰
- T (bifurcaTion): Se define como la bifurcación aórtica, que, a pesar de no ser un factor anatómico tan estudiado en terapia EVAR como el cuello aórtico o los accesos ilíacos, también debe de ser considerada, ya que puede conducir al fracaso inmediato del procedimiento.²⁰

- I (Iliacs): Se explica como las arterias ilíacas, donde su valoración es imprescindible, ya que constituyen las zonas de sellado distal de la endoprótesis. Debe medirse siempre el diámetro interno «in-in», ya que es este diámetro, no el externo, el que condiciona el paso de los introductores de gran calibre empleados en terapia EVAR (habitualmente entre 12 a 24 french).²⁰
- A (Angulations): Las angulaciones ya deben haber sido consideradas en cada uno de los sectores previos, especialmente las del cuello aórtico y ejes ilíacos. Es muy importante que se analicen en su conjunto, ya que la suma de varias angulaciones complejas es un elemento independiente de complejidad técnica del procedimiento.²⁰
- G (LenGth-LonGitud): La longitud es, sin duda, el punto menos importante de este protocolo de urgencia, ya que depende siempre de la disponibilidad de las imágenes, exigiendo un tiempo real que en una urgencia puede no estar disponible.²⁰
- O (OK for material): Se hace alusión a si se cuenta con el material adecuado para poder tratar la anatomía del caso evaluado con garantías. El objetivo debe ser siempre el de adaptar nuestro stock de endoprótesis a la anatomía del caso a tratar, pero no lo contrario, nunca adaptar la anatomía del paciente a las medidas de endoprótesis, ya que podría ocasionar un riesgo grave a la salud del paciente.²⁰

6.2. ENDOLEAKS

6.2.1. Definición de Endoleaks

Se define como la continuidad del flujo de sangre dentro del saco aneurismático al finalizar el procedimiento de EVAR, la cual en primera instancia intenta excluirla; Dicho concepto corresponde a la complicación post-operatoria de la reparación aórtico endovascular, es decir, es una consecuencia del procedimiento quirúrgico descrito anteriormente, que, al no ser detectada adecuadamente, puede conducir a la expansión del saco o bien la ruptura de este, siendo mortal para el paciente.²¹

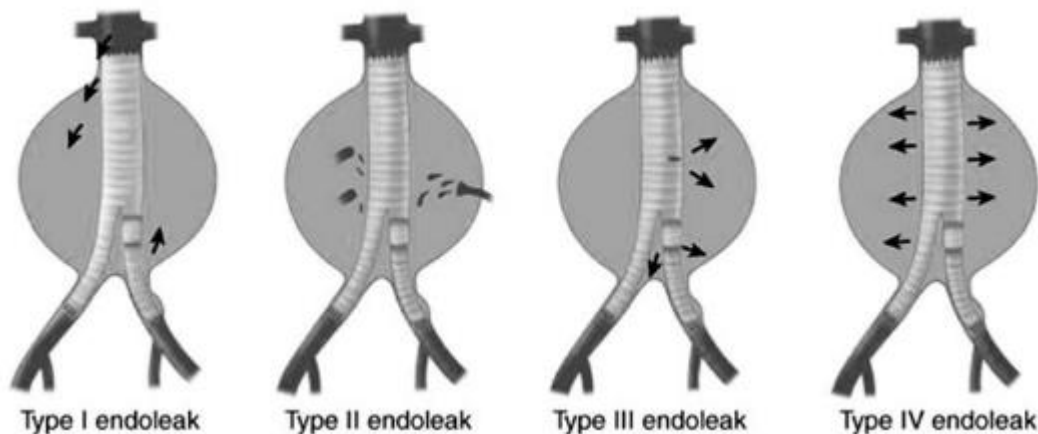


Figura 6.2: Representación esquemática de los 4 tipos de Endoleaks; se aprecia de izquierda a derecha los tipos I a IV.
 (Imagen extraída de Endofugas. Sociedad Española de Angiología y Cirugía Vascular; 2017. 9–64 p.)

6.2.2. Fisiopatología

Dependiendo del tipo de Endoleaks, las complicaciones asociadas se refieren al desacoplamiento del stent una vez implantado en el paciente enfermo, presentándose debido a la variabilidad del diámetro de la región arterial afectada, es decir, que tiene un efecto anatómico importante, ya que por comportamientos biológicos naturales esta área cambia su forma, incidiendo en las dimensiones predeterminadas del diseño del prototipo, evitando la exclusión del flujo sanguíneo a nivel del aneurisma.⁴

Estos pueden ser primarios o “precoces”, definiéndose como aquellos que aparecen peri operatoriamente dentro de los 30 primeros días tras la cirugía y secundarios o tardíos²² si se detecta más allá del trigésimo día, teniendo previamente una prueba de imagen que mostrase ausencia de la misma. Si la fuga reaparece tras haber desaparecido espontáneamente se define como Endoleak recurrente.²³

6.2.3. Epidemiología

Los Endoleaks tienen una incidencia de aproximadamente un 26% de ocurrencia en los pacientes que fueron sometidos a EVAR, de la cual, las complicaciones asociadas a la endoprótesis del procedimiento mencionado necesitan reintervención en el 6% de los pacientes después de un año, 16% después de 3 años, y hasta en el 30% de los casos 6 años después de la cirugía endovascular. Los Endoleaks son la complicación más habitual tras EVAR, afectando entre el 20% y el 47% de los pacientes, esta prevalencia va a depender del tipo de Endoleak, puesto que del tipo I se producen hasta en el 10% de los pacientes tras EVAR, un 8% al 44%

desarrollará un Endoleak tipo II, mientras que respecto de los de tipo III se asocian a rotura aórtica con un 8,29% de los casos.²¹

6.2.3.1 Factores de riesgo

Se debe comprender que dependiendo del tipo de Endoleaks, existen diversos factores de riesgo que pueden producir cada uno de ellos, sin embargo, se considera principalmente el factor anatómico del paciente, puesto que va variando en cada paciente la longitud del cuello aórtico, su diámetro y la angulación respecto de la localización donde se halle la patología. También mencionar si se encuentra alguna calcificación infrarrenal o trombo mural que supere los 2 mm de grosor que son medidos a través de exámenes imagenológicos como la Tomografía Computada.²³

Por otra parte, se menciona la edad del paciente, ya que, al avanzar los años de este, se va debilitando la pared arterial, generando daños con un procedimiento planificado de EVAR, a su vez es posible desarrollar Endoleaks si existe una alta permeabilidad de las arterias pequeñas, como la mesentérica inferior o lumbares, en consecuencia, de la edad.²³

6.2.3.2 Localización

Depende del tipo de Stent a utilizar, además de los factores anatómicos del paciente que faciliten el lugar determinado; pueden suceder en diversas secciones de la arteria aorta donde se aplica el injerto y generalmente corresponde al tipo II con un 40% de los casos de esta patología.²⁴

6.2.4. Tipos de Endoleaks

De acuerdo a su origen, se describen 5 tipos para poder solventarlos mediante el uso de EVAR, junto al dispositivo específico para el tratamiento:⁶

Tipo I: Debido al sellado incompleto a nivel de un injerto proximal (tipo IA) y distal tipo IB), provocando que este migre y traiga como consecuencia la expansión del aneurisma, además de una posible rotura.⁶

Tipo II: Corresponde al llenado del saco aneurismático proveniente de las ramas laterales (generalmente de la arteria mesentérica inferior, lumbares o hipogástricas). Suelen ser las más frecuentes, con una incidencia a los 6 meses de la reparación de un 10 a 15%⁴

Tipo III: Es provocado por la erosión de la endoprótesis o una desconexión de alguno de sus componentes. Tiene una incidencia menor (0% a 1,5%), pero con elevado riesgo de ruptura.⁴

Tipo IV: Este es un tipo muy raro actualmente. En la primera generación de endoprótesis estas Endoleaks eran más frecuentes ya que eran más permeables. Los pacientes que reciben terapia anticoagulante o antiplaquetaria pueden presentar Endoleaks tipo IV en su angiografía de control final, sin embargo, esto no requiere tratamiento intervencionista, por lo general desaparece en 24 hrs.⁷

Tipo V: Corresponde principalmente al concepto de endotension, la cual se define como la recurrente o persistente presurización del saco aneurismático después de la reparación endovascular.⁸ Este tipo provoca un agrandamiento del AAA sin Endoleaks visible. La incidencia de Endoleaks de tipo V se sitúa entre el 1,5% y el 5%.⁷

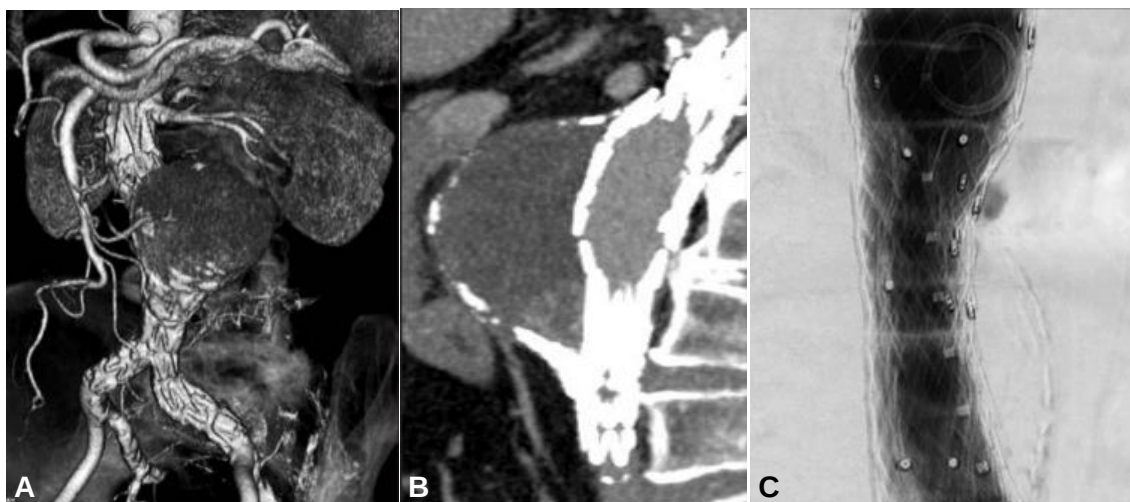


Figura 6.3: Tipos de Endoleaks I a III de izquierda a derecha correspondientemente; (A) Imagen 3D de un Endoleaks tipo Ia; (B) Tomografía Computada con contraste en fase arterial a nivel de la arteria mesentérica inferior donde se evidencia Endoleaks tipo II; (C) Angiografía selectiva de la arteria aorta abdominal para la identificación de Endoleaks tipo III. (Imágenes extraídas de Endofugas. Sociedad Española de Angiología y Cirugía Vascular; 2017. 9–64 p.)

6.2.5. Tratamientos

La estrategia terapéutica a establecer dependerá de su comportamiento a lo largo del tiempo, así como la regresión del aneurisma y del tipo de Endoleak presente.²³ El seguimiento de EVAR es una de las piezas fundamentales para determinar el tratamiento de Endoleaks, ya que a través de los actuales exámenes imagenológicos se pueden distinguir el

tipo de esta complicación postoperatoria arrojando de esta manera el tipo de tratamiento a utilizar²³, por ejemplo, según el tiempo que se necesita para ver el saco aneurismático en la aortografía, el flujo de la Endofuga se clasifica en “lenta” o “rápida”, y utilizando esta clasificación se puede evaluar la opción de tratamiento conservador y no reintervenir.⁴

En el caso de Endoleaks de tipo I se consideran de alta presión, es decir, que por un procedimiento inadecuado puede ser grave, ocasionando una posible rotura, por lo tanto, debe ser de tratamiento urgente. Cuando se detecta en el quirófano, puede suceder dos subtipos: los tipos Ia que son típicamente tratados mediante la implantación de una extensión proximal (cuff) y/o la liberación de un stent libre a nivel del cuello proximal para incrementar el soporte radial.²³

La técnica de elección que contribuye a sellar la dilatación del cuello aórtico corresponde a la implantación de la extensión proximal, sin embargo si el Endoleaks tipo I continúa, existen alternativas de tratamiento.²³ La colocación del stent no recubierto, embolización con coils o sustancias tipo Onyx o los Cianoacrilatos y endoprótesis fenestradas para extender la zona de sellado a la aorta yuxtarenal o suprarrenal, además de técnicas de laparotomía como el banding de cuello proximal, además de un sistema preventivo para el tratamiento de pacientes que presentan aneurismas aórticos con cuellos hostiles llamado Endoanchor, el cual corresponde a un sistema de fijación independiente endovascular.²³ En referencia a los de tipo Ib, suelen ser fácilmente tratadas mediante la implantación de una extensión, no obstante, existen casos en los cuales la dilatación progresiva de la zona de anclaje distal haga imposible lograr el sellado en la iliaca común, se deberá extender la endoprótesis hasta la ilíaca externa.²³

El tratamiento de las fugas tipo II se suele considerar, ya que esta complicación se suele cerrar espontáneamente y/o recidivan con el tiempo, aun así, el mejor indicador hemodinámico para las fugas de tipo II es el incremento del tamaño del aneurisma, debido a que indica alta presión y, por lo tanto, riesgo de rotura.⁸ También estaría indicado el tratamiento si la Endofuga persiste después de seis meses o ante síntomas que sugieran alta presión en el saco, tales como un dolor abdominal inexplicable por otras causas, además, como medida preventiva se puede embolizar pre-procedimiento con coils o material líquido embolígeno la arteria mesentérica inferior o las arterias lumbares si se detecta cuatro o más ramas permeables.⁸

El abordaje puede realizarse nuevamente mediante una punción femoral o mediante punción directa translumbar: En el abordaje transarterial, previa punción femoral, se navega mediante microcatéteres hasta el vaso responsable, para posteriormente embolizarlo, mientras que en el abordaje translumbar se punciona directamente el saco aneurismático mediante control fluoroscópico o TC guiado, para rellenar la cavidad del Endoleak mediante coils u otros materiales de embolización como el Onyx o trombina.⁸

Sobre los Endoleaks de tipo III, requieren un tratamiento inmediato ya que se relacionan con grandes colecciones hemáticas en el interior del saco aneurismático y conllevan alta presión. Normalmente se realiza mediante el posicionamiento de una nueva endoprótesis que cubra el defecto.²³

En relación a los Endoleaks de tipo IV, no requieren intervención, puesto que se resuelve tras la retirada del anticoagulante, esto es debido a que, la presencia del injerto utilizado en este tipo de complicación puede generar extravasación transitoria tanto por el posicionamiento de este, como también por su material.²⁵

Finalmente, el tratamiento para Endoleaks de tipo V requieren con frecuencia una acción quirúrgica en el caso de un continuo crecimiento del saco aneurismático, aunque tienen índices bajos de ruptura del saco a corto plazo⁸, no obstante, se recomienda el implante de una nueva endoprótesis por dentro de la previa (técnica Relining) o la conversión a laparotomía realizándose un injerto aortoiliaco o aortofemoral.²³

6.3. IMAGENOLOGÍA

Los métodos de diagnóstico por imagen para el seguimiento de EVAR y de detección de los Endoleaks, deben cumplir dos criterios fundamentales para entregar una adecuada calidad de imagen:²³ Alta sensibilidad (S) y especificidad (E), las cuales son parámetros basados en probabilidades, que ofrece la capacidad de detectar la patología (S), y poder clasificar a un individuo sano respecto de un enfermo (E) respectivamente,²⁶ de esta forma, se pueden evaluar los tipos de Endoleaks y los cambios en el saco aneurismático. Sin embargo, es necesario establecer otros criterios, puesto que contribuyen a una mejor calidad en la atención hacia el paciente, manteniendo los parámetros iniciales mencionados: La mínima radiación, la seguridad del procedimiento del examen, la reproducibilidad y la amplia disponibilidad.⁸

Actualmente los métodos disponibles para el seguimiento de EVAR y en especial para la detección de los Endoleaks son:⁸ La Angiografía, Angiografía por Tomografía Computarizada (AngioTC), Angiografía por Resonancia Magnética (AngioRM) y la Ecografía con diversos modos con la finalidad de entregar mejores resultados en la evaluación de la patología y seguimiento del tratamiento.⁸

6.3.1. Angiografía

La Angiografía o Arteriografía, también conocida como cateterismo es una prueba radiológica diagnóstica para obtener información muy precisa del estado de los vasos sanguíneos, que puede emplearse para visualizar cualquiera de las arterias del cuerpo humano, para ello: Se introduce un catéter (tubo de plástico muy pequeño) dentro de la o las arterias que se quieren estudiar y por él se inyecta medio de contraste yodado (el mismo que se emplea para TC). Mientras el medio de contraste está circulando por sus arterias se toman numerosas radiografías o se realiza una “película”, pudiendo así reconocer en tiempo real la circulación sanguínea en el organismo.²⁷

6.3.1.1. Tipos de Angiografía

Existen diversos métodos de diagnóstico por angiografía, sin embargo, para la evaluación de Endoleaks y seguimiento de EVAR, se suelen utilizar dos tipos: La Angiografía digital por sustracción (ADS) y la Angiografía rotacional con Conebeam CT (ARCT); ofreciendo una alta resolución del origen y hemodinámica de los Endoleaks (ADS) como también, una mejora en la disminución de dosis de radiación ionizante como el uso de contraste (ARCT).²³

Corresponde a uno de los primeros procedimientos para evaluar inmediatamente los Endoleaks en los pacientes postoperatorios, sin embargo, carece de interés en el seguimiento de la complicación ya que es un método invasivo, además que, para tener un aumento en los parámetros de sensibilidad y especificidad, se requieren de equipos con características de última generación, por lo tanto, no existe amplia disponibilidad en la red asistencial para realizar estos exámenes.²³

6.3.2. Tomografía Computada

También denominado “Escáner”, es una técnica de imagen médica que utiliza radiación de rayos x para obtener cortes o secciones anatómicas con fines diagnósticos. En esta técnica la placa radiográfica (chasis) es sustituido por detectores, los cuales están encargados de recoger los datos tras la irradiación del paciente, estos son enviados a un ordenador que integra y reconstruye la información obtenida y la presenta como una imagen en el monitor para ser analizada por el clínico correspondiente.⁹

6.3.2.1. Angiografía por Tomografía Computada

La Angio-Tomografía Computarizada es un procedimiento que consiste en la inyección de medio de contraste endovenoso y la casi inmediata adquisición de imágenes tomográficas tal que, valga la redundancia, el contraste realce principalmente los vasos sanguíneos a estudiar, esto se realiza calculando el tiempo en que el bolo de contraste se demora en pasar por la zona de interés ya sea de manera visual, o por medio de un software.⁹ La AngioTC tiene una sensibilidad estimada de 83% para detectar las Endoleaks, y cuenta con una especificidad del 100%, siendo por esto el patrón de oro en el estudio de esta patología.⁹

Los protocolos institucionales de Angio-TC varían, pero típicamente incluyen un protocolo trifásico con una fase sin contraste, una fase arterial y una fase retardada. La fase arterial es útil para evaluar Endoleaks tipo I y III, por otra parte, la fase retardada tiene una mayor sensibilidad para evaluar particularmente los Endoleaks de tipo II. El inicio de la adquisición de la fase arterial se basa en la técnica de seguimiento del bolo, esto ocurre cuando el bolo de contraste alcanza la aorta abdominal más proximal al nivel del diafragma. Dependiendo de la institución las opiniones y protocolos varían en cuanto a la duración del retardo apropiado entre la inyección del contraste y la adquisición de las imágenes de la fase retardada, esta duración varía de 2 a 5 min.²¹

Los estudios imagenológicos se realizan poco después del procedimiento del EVAR, y nuevamente luego de 30 días desde el procedimiento, 6 meses después y anualmente a partir de entonces. Dado que los Endoleaks pueden ocurrir en cualquier momento después de la colocación del stent, la vigilancia anual por Angio-TC está indicada de por vida, y en cada control las mediciones de tamaño y volumen del saco del aneurisma se comparan con las mediciones de imágenes anteriores.²¹ La detección temprana de contraste durante la fase arterial indica un estado de alto flujo y si hay expansión del saco del aneurisma, requiere

atención urgente. La detección tardía de contraste en imágenes retardadas de 5 min sugiere una Endofuga de flujo bajo, que puede justificar sólo la observación o la obtención de imágenes de seguimiento sin necesidad de tratamiento.²¹

Los Endoleaks se visualizan esencialmente como una acumulación de contraste dentro del saco aneurismático excluido y por ende hiperdenso, cuanto más rápido se acumula el contraste en el saco del aneurisma excluido, es más probable que se requiera un tratamiento urgente.²¹ La fase arterial es particularmente útil para visualizar los vasos arteriales e identificar Endoleaks de Tipo I y Tipo III, mientras que la fase retrasada es más sensible para identificar Endoleaks de Tipo II. Dependiendo del tipo de Endoleaks es la distribución del contraste en el aneurisma, por ejemplo, en el tipo Ib el contraste se observa en el extremo distal del endoinjerto y dentro del saco excluido; mientras que en un Endoleaks tipo II, el contraste se observa por fuera del saco excluido pues proviene de una arteria colateral que provee de sangre de manera retrógrada.²¹

6.3.3. Resonancia Magnética

La Resonancia Magnética ofrece una información tanto morfológica como funcional de la anatomía y de los procesos patológicos a través de una alta resolución espacial, además con una resolución contraste entre estructuras mayor que cualquier otro método de imagen, con un aumento considerable en la especificidad y sensibilidad en diversas patologías debido a los parámetros imagenológicos mencionados, en especial si se potencia con el uso de medio de contraste. Su punto negativo consiste en la baja disponibilidad y el costo de recursos que puede sustraer de un examen diagnóstico, en especial el factor tiempo del cual puede generar incomodidad en el paciente y la precaución de elementos metálicos que pueda ocasionar algún peligro en el paciente durante el procedimiento.^{28,29}

6.3.3.1. Angiografía por Resonancia magnética

Corresponde a la incorporación de medio de contraste de gadolinio para pacientes alérgicos a medios de contrastes yodados, y el desarrollo de nuevos contrastes con mayor afinidad a la albúmina plasmática, ofreciendo una ventana prolongada para su detección, mejorando la capacidad para el diagnóstico de flujos lentos y pequeños, potenciando la calidad de imagen que entrega. Su gran ventaja en el seguimiento a largo plazo es la ausencia de radiación, como también su posibilidad de estudio dinámico de las fugas con cine resonancia, y así poder hacer su clasificación para plantear adecuadamente su tratamiento.²³

Respecto de detectar y poder clasificar los Endoleaks, tiene una sensibilidad y especificidad mayor que AngioTC, correspondiente a 96% y 100% respectivamente (valor predictivo positivo)²¹, de igual forma, si el paciente no tiene tal complicación postoperatoria, este examen imagenológico es capaz de detectarlo con una sensibilidad de 95% y especificidad de 50% (valor predictivo negativo), esto se debe fundamentalmente por la mayor sensibilidad que tiene la señal T1 en los flujos bajos y de pequeño volumen.^{30,23}

Los protocolos son dependientes de cada centro, sin embargo, en general se utilizan los siguientes parámetros, comenzando un estudio sin contraste: Uso de un equipo de AngioRM de 1.5T de 16 canales en phased-array body multicoil; Usando el dispositivo bidimensional de activación respiratoria con una secuencia single shot balanceado-TFE en el transaxial (con un TR/TE de 2.8/1.39 ms; flip angle, 80°; matrix, 192 x 256; field of view de 40 x 26 cm; slice thickness/overlap de 6/2 mm; finalmente con un tiempo de adquisición de 5 minutos), en el corte coronal (se usa un TR/TE de 2.9/1.43 ms; flip angle de 80°; matrix de 192 x 256; field of view de 40 x 36 cm; slice thickness/overlap 7/3 mm; y un tiempo de adquisición de 4 minutos), y en sagital (TR/TE 2.6/1.31 ms; flip angle 80°; matrix 192 x 256; field of view 40 x 36 cm; slice thickness/overlap 7/3 mm; tiempo de adquisición de 3 minutos)³⁰. Al realizar una AngioRM en el estudio de Endoleaks, se espera obtener lo siguiente: El diámetro del cuello aórtico de la endoprótesis vascular, el diámetro máximo del eje menor de un aneurisma, máximo diámetro del aneurisma, diámetro de la iliaca derecha e izquierda con el de la endoprótesis, diámetro ilíaco derecho e izquierdo distal al borde de la endoprótesis vascular.³⁰

6.3.4. Ecografía

La Ecografía es un método de diagnóstico por imagen que se basa en el ultrasonido para evaluar cada parte del cuerpo humano, además entrega información fidedigna en tiempo real a través de un equipo portátil; no utiliza radiación ionizante, no es invasivo, de bajo costo y fácilmente reproducible, siempre y cuando sea realizado por un operador entrenado. En ciertos aspectos, no tiene utilidad para evaluar ciertas estructuras, posiblemente debido a quien esté a cargo del examen o restricciones técnicas, es por ello que existen otras alternativas que ofrecen una calidad de imagen considerablemente mejor, pero se pierden los beneficios mencionados anteriormente, como es el caso de TC o de RM. Sin embargo, el avance tecnológico y el desarrollo profesional llevó a que la Ecografía se convirtiera en una herramienta sumamente efectiva y útil, con excelentes resultados en la evaluación y diagnóstico

de procesos patológicos del cuerpo, especialmente la zona pelviana y abdominal, cuando es operada por manos experimentadas.³¹

6.3.4.1. Principio Físico

El ultrasonido corresponde a ondas acústicas, las cuales forman parte de un fenómeno físico en el cual perturbaciones mecánicas son transmitidas a través de un medio, prácticamente sin transferencia de masa, y es originado por diferencia de presión o tensión. Estas causan un aumento de la densidad relativa del medio en que se transmiten, llamado compresión, y una disminución de la misma densidad relativa, llamada rarefacción, el lapso de tiempo de estas se conoce como periodo (T).³²

Cuando un haz de ultrasonido atraviesa los tejidos del cuerpo humano, tiene una baja probabilidad de cambiar de medio en incidencia perpendicular, al cambiar de medio la onda sufre un desvío de dirección, según el ángulo de incidencia y la diferencia de impedancia de ambos medios, a esta distorsión se la conoce como refracción, y está determinada por la ley de Snell. Por otro lado, existe reflexión solo si la superficie tiene un área mucho mayor a la longitud de la onda de análisis tanto en medios rugosos como planos.³²

6.3.4.1.1. Características

Sus características son: “La intensidad de la onda sonora”, que corresponde a la energía que atraviesa una sección, medida en watts/m²; una “frecuencia angular” basada en la frecuencia y el periodo de la onda, además de la “impedancia acústica” referida a la concentración de presiones debido al impulso de una onda en un medio; la “velocidad” comprendida como el tiempo que tarda una porción de la onda sonora en recorrer una distancia específica; y finalmente la “atenuación” que puede interpretarse como un sistema masa-resorte amortiguador.³²

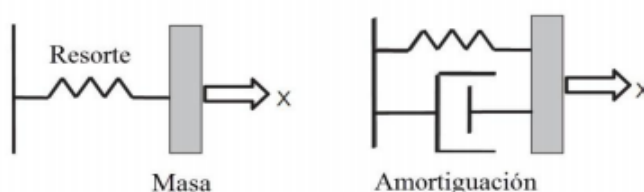


Figura 6.4. Esquema de modelos de masa/resorte en diferentes medios. Izquierda: Modelo masa/resorte, representado como un medio perfectamente elástico. Derecha: Modelo de sistema masa/resorte amortiguado, acorde a un medio viscoelástico. (Imagen extraída de Reconstrucción de imágenes médicas obtenidas por ultrasonido. 2017;22.)

6.3.4.2. Ecógrafo

Los ecógrafos corresponden a herramientas que entregan un adecuado diagnóstico por imagen de la ecografía en tejidos blandos del interior del cuerpo humano a partir de pulsos de ultrasonido; no es invasivo, no entrega radiación ionizante por lo que no es riesgosa para la salud de los pacientes ni para el operador, ya que están inmersos a diario a ondas acústicas de mayor intensidad que las producidas por estos equipos, incluso es segura para fetos en el vientre materno, siendo la modalidad de diagnóstico médico por imágenes más utilizado en mujeres embarazadas.³²

Un ecógrafo no requiere jaula de Faraday como los equipos de resonancia magnética, ni salas plomadas como lo necesitan las salas de Radiología Convencional o Tomografía Computada, tampoco necesitan inyectar al paciente con material radioactivo como en los estudios de medicina nuclear, por el contrario, los componentes de los ecógrafos son sencillos, de relativo bajo costo, haciendo que estos se puedan encontrar en centros de salud a lo largo de todo el mundo. Estos equipos utilizan transductores piezoeléctricos para capturar las ondas de ultrasonido, productos aplicados en una amplia gama de equipamientos; son compactos, la mayoría de pequeño tamaño, funcionando tanto de emisores de la onda acústica como de receptores. Debido a la velocidad de los pulsos de ultrasonido, estos equipos permiten una visualización en tiempo real.³²

6.3.4.2.1. Configuración técnica de un ecógrafo

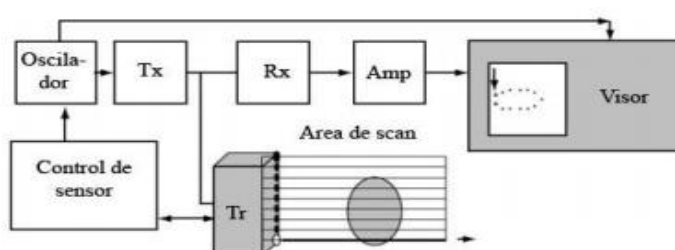


Figura 6.5. Componentes técnicos internos de un ecógrafo; se demuestra el proceso de la formación de imagen ecográfica, abarcando la estructura a evaluar, pasando por los componentes físicos del equipo hasta llegar al visor. (imagen extraída de Reconstrucción de imágenes médicas obtenidas por ultrasonido. 2017;22.)

Los componentes que debe tener un ecógrafo consisten en: Un Transductor (Tr), que corresponde a la pieza fundamental de todo ecógrafo; emite y recibe el pulso de ultrasonido, basándose en el efecto piezoeléctrico el cual constituye una de las propiedades del material del cual está compuesto, sirviendo como un receptor de información o como un

emisor. Esto es controlado por el Oscilador, que sincroniza los pulsos que emite el Tr, además de que debe gestionarse los pulsos de frecuencia y amplitud definida por el usuario a partir de un Generador de pulso (Tx), esto es aplicado al material piezoeléctrico del transductor. Se cuenta también con un Receptor (Rx), que recibe las diferencias de voltaje de la energía reflejada, y un Amplificador (Amp) que aumenta la señal para que pueda ser visualizada.³²

Los ecógrafos tienen además un sistema llamado “ganancia de compensación temporal” (Time Gain Compensation-TGC), el cual consiste en una serie de ganancias sincronizadas a distintos retardos temporales, de manera tal que el técnico pueda controlar el contraste de las imágenes y compensar la atenuación producida por la fricción del medio. Respecto de la visualización, se cuenta con una pantalla que puede ser de tubo de rayos catódicos o de display led, y en relación con el almacenamiento, los equipos pueden funcionar tanto en tiempo real como capturar las imágenes para posteriormente guardarlas en un formato Dicom que generalmente se utiliza en la mayoría de las imágenes médicas de forma estandarizada. También existen equipos que pueden almacenar los datos en Raw data, para posteriormente aplicar filtros y mejorar la calidad.³²

6.3.4.3. Ecografía para evaluar Endoleaks

En la última década, se ha utilizado la Ecografía en su modalidad Doppler como seguimiento y complemento al examen Gold Estándar en función de protocolo a los pacientes post EVAR cada mes, por lo que han surgido nuevas tecnologías a través de modalidades de la Ecografía, adicional al Doppler (tales son Duplex, CEUS, SMI, Angio PL.U.S. y Ultrasonografía Endovascular) que ofrecen una mejora en los parámetros de sensibilidad y especificidad en la detección de Endoleaks Aórticos, con la finalidad de reemplazar al AngioTC y eliminar la radiación ionizante.¹¹

6.3.4.3.1. Ecografía Doppler

CDUS Corresponde al examen de complemento utilizado como primera herramienta en la detección de Endoleaks por EVAR comparado con TC¹², ya que no existe riesgo de radiación ionizante, tiene alta disponibilidad y bajo coste, además si se complementa la utilización de contraste, puede ser más sensible en la detección de Endoleaks de origen retrógrado (como son el tipo II) que la Tomografía Computada. No obstante, una de sus limitaciones es que depende en gran medida de la experiencia del explorador, y que factores

tales como la obesidad o presencia de gas intestinal pueden hacer dificultosa la exploración y dar falsos positivos o negativos.¹¹

Existen conclusiones de que generalmente CDUS ofrece una sensibilidad en la detección de todos los tipos de Endoleaks en un 63,6% y una especificidad de 100%, sin embargo, se suele ser un complemento con AngioTC puesto que se advierte de una insuficiencia en la detección de bajo flujo por CDUS.¹²

El protocolo consta de un transductor de 1 a 6 MHz curvilíneo, que permite evidenciar la aorta desde el diafragma a los vasos ilíacos en los planos transversal y longitudinal. El diámetro aórtico es medido de forma externa, tanto anteroposterior, como transversal. Respecto del paciente se suele pedir un ayuno de 6 a 8 horas, el posicionamiento es en decúbito supino en un cuarto relativamente oscuro; para el uso de endoprótesis y visualización del saco aneurismático se utiliza el modo B, Color Flow y Doppler Spectral para distinguir algún tipo de Endoleaks¹², además se puede combinar el Color Flow con modo B obteniendo un mejor resultado al suprimir las señales de los tejidos que no están en movimiento, observando un mejor comportamiento de los vasos sanguíneos.

Si bien Doppler por sí solo entrega baja detección en los flujos débiles, se puede potenciar con los modos B y Color Flow para aumentar la sensibilidad de este parámetro, entregando un aumento en la resolución espacial y temporal. Se espera ver un mapping del patrón de sangre aórtica, con una visualización en tiempo real en una escala de grises adecuada.³³

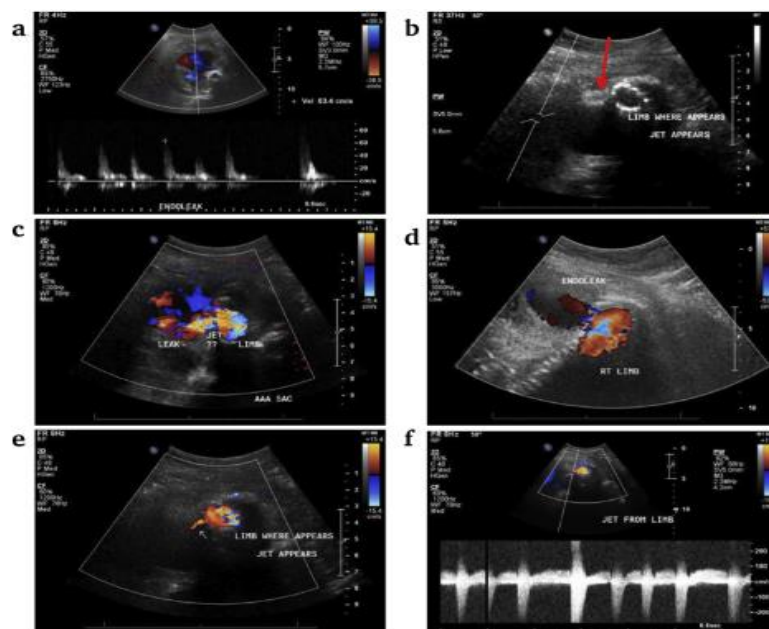


Figura 6.6. Ecografía Doppler en la zona abdominal para la visualización de Endoleaks de tipo III; **a.** evidencia Endoleaks tipo II con una corriente de flujo en la extremidad derecha que representa el dispositivo de reparación endovascular; **b.** El color flow demuestra una velocidad positiva a través del Endoleaks; **c-e-f.** evidencia un peak de velocidad de la corriente del flujo hacia la extremidad derecha con 450 cm/seg. (Imagen extraída de Diagnostic Colour Duplex Ultrasound for Type IIIB Endoleak. *EJVES Vasc Forum* [Internet]. 2020; 47:43–6.)

6.3.4.3.2. Ecografía Dúplex

La ultrasonografía por color Dúplex, corresponde al uso de Doppler con el Modo B; se explica como una potencial alternativa al examen Gold Estándar que es la AngioTC; en primer lugar, porque es accesible, y además como un examen imagenológico que no emite radiación ionizante, no es riesgoso para la salud. Su utilidad consta de evaluar el diámetro del aneurisma aórtico abdominal en pos del tratamiento, y dentro de sus desventajas se advierte que depende totalmente de un operador adecuado, de los movimientos del paciente o del tipo de material de la endoprótesis.³⁴ DUS posee una baja sensibilidad a la detección de Endoleaks, esto es de un aproximado de 74% y especificidad de entre 74% y 100%, no obstante, puede variar acorde a las habilidades y experiencia del operador como también el tipo de cuerpo del paciente o si éste coopera con el procedimiento.³⁵

El protocolo consiste en usar un DUS Color Flow para potenciar la calidad de imagen y detectar bajos flujos sanguíneos de la arteria Aorta; se utiliza un transductor curvo de 2 a 4 MHz y ajustado a la exploración abdominal, se pide al paciente ayunar en la noche al menos 6 horas y adoptar una baja dieta en residuos durante 48 horas antes del procedimiento. Se realizan cortes longitudinales y transversales para determinar los diámetros antero-

posteriores y transversos como medidas a nivel del cuello aórtico, porciones proximal, medio y distal del saco aneurismático y las arterias ilíacas usando el modo B. DUS no determina inmediatamente las señales ecoicas producidas por la presencia de Endoleaks, aunque se puede apreciar en la imagen como zonas anecoicas o hiperecoicas a nivel del trombo o la pulsatilidad del saco aneurismático.³⁴

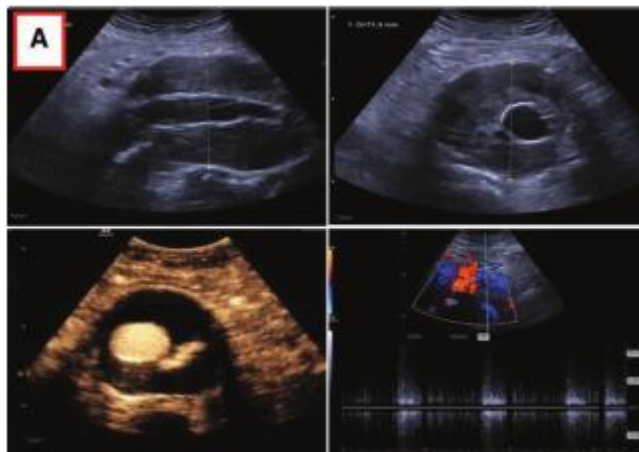


Figura 6.7. A. Visualización de Endoleaks mediante DUS con color flow (imagen inferior izquierda) o sin color flow (imágenes superior e inferior derecha). (Imagen extraída de *Computed Tomography-Aortography Versus Color-Duplex Ultrasound for Surveillance of Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair: A Prospective Multicenter Diagnostic-Accuracy Study (the ESSEA Trial)*). *Circ Cardiovasc Imaging*, 2020;(June):1–16.)

6.3.4.3.3. CEUS

Corresponde al uso de medio de contraste por microburbujas usando un alto índice mecánico por pulso, permitiendo que estas fluyan dentro del campo de visión. CEUS es capaz de detectar los bajos flujos sanguíneos que poseen los Endoleaks, ya que, al poseer técnicas optimizadas, permite observar la opacificación de los vasos y los patrones de sangre por bajo flujo múltiples veces. El uso de medio de contraste está sujeto a estudios cardiacos, macrovasculares, hígado y caracterización de la lesión de mamas, uno de los más utilizados es el SonoVue y el Lumason, compuestos de Hexafloruro de azufre con capas de fosfolípidos.²¹

CEUS posee una sensibilidad entre 33% a 86% con una especificidad de 63% a 93% dependiendo del manejo del operador²¹, como también del paciente, de forma que la identificación de Endoleaks después de EVAR mediante CEUS puede consistir en una modalidad de primera línea, pero aun así no es suficiente para reemplazar en su totalidad a AngioTC²¹. Sin embargo, este examen se puede potenciar con otros modos de la ecografía, tal es el caso del standard modo B y CDUS, de manera que aumenta la sensibilidad en un 100% y

la especificidad en 65%, otorgando de esta manera un diagnóstico correcto entre los tipos I y II de Endoleaks, siendo los casos más comunes de la complicación por EVAR.²¹

El protocolo consiste en la inserción de medio de contraste de microburbuja por vía intravenosa, con paso intacto a través del corazón o pulmones; posterior a ello, aproximadamente 10 minutos de la inyección, la cápsula se rompe y se metaboliza en el hígado, donde el gas es exhalado por los pulmones. Luego del mencionado proceso, se utiliza un transductor curvo de 2 a 5 MHz nivel de la zona abdominal, obteniendo una imagen del cuello aneurismático, las zonas de la fosa ilíaca, y las dimensiones del aneurisma, medidos sus dimensiones tanto anteroposterior como medio lateral. La calidad de la imagen y poder determinar los bajos flujos, puede ser potenciados por el uso de Doppler Color y Spectral Doppler en la detección de Endoleaks.³⁶

CEUS aporta información para la visualización dinámica de la aorta y sus largas ramas, además de trombos dentro del aneurisma como un vacío focal o un defecto de llenado en el que no se observa un realce del lumen. Respecto del uso de medio de contraste por microburbujas, sirve como una herramienta para trazar exitosamente la distribución extravascular y demuestra adecuadamente el flujo sanguíneo.¹³



Figura 6.8. **b.** Ecografía por CEUS, que evidencia la aparición de un Endoleaks de tipo IIa, el contraste aplicado logra evidenciar la lesión producida por la patología a nivel de la aorta abdominal. (Imagen extraída de Contrast-enhanced ultrasound of the abdominal aorta – current status and future perspectives. *Vasa - Eur J Vasc Med.* 2019;48(2):115–25.)

6.3.4.3.4. Ecografía SMI

“Superb Micro-vascular Imaging” corresponde al uso de un modo de la Ecografía que permite visualizar flujos débiles de los vasos sanguíneos sin recurrir a medios de contraste, de forma que pueda ser comparado con CEUS, con una sensibilidad de 93% y especificidad de 100%, además es más eficiente que CDUS tanto en la detección como en la clasificación de

Endoleaks, otorgando mayormente una resolución espacial en la detección del flujo de sangre.³⁷

SMI ofrece un aproximado de sensibilidad y especificidad similar a CEUS, sin embargo, se difiere en que este emplea dos modos: el modo Monocromo mSMI (escala de grises SMI), que promueve una mejora de la sensibilidad restando la información de fondo y centrándose sólo en la vasculatura, y el modo Color (cSMI), el cual demuestra el modo B y la información por color simultáneamente.¹⁴ Respecto del protocolo, se utiliza con un equipo con un transductor de 4 a 6 MHz curvo, además se cuenta con dos examinadores adicionales (un cirujano vascular y un radiólogo). Se espera visualizar flujos lentos de sangre sin la influencia negativa de artefactos que surgen en estructuras cercanas, como lo es en los casos de los demás modos descritos.³⁷



Figura 6.9. A. Ecografía por SMI; se aprecia la manifestación de un Endoleaks de tipo II, el cual es irrigado mediante la arteria lumbar. (Imagen extraída de Superb Micro-vascular Imaging (SMI): a Doppler ultrasound technique with potential to identify, classify, and follow up endoleaks in patients after Endovascular Aneurysm Repair (EVAR). *Abdom Radiol.* 2018;43(12):3479–86.)

6.3.4.3.5. Ecografía Angio PL.U.S.

La Ecografía ultra sensitiva por ondas planas corresponde a una de las últimas tecnologías respecto a la visualización detallada en la detección de imágenes ecoicas con bajo flujo debido al uso continuo de filtros 3D, lo cual consiste en el análisis y eliminación del movimiento de tejidos con un filtro espacio-temporal y detecta el movimiento de las microvascularizaciones.¹⁴

Angio PL.U.S. posee una sensibilidad de 93% y una especificidad de 100%, además tiene dos modos de visualización: El primer modo muestra sólo las señales de flujo vascular en una región de interés superpuesta al modo B¹⁴, el segundo modo mezcla las señales vasculares en la imagen en modo B y su protocolo consiste en el uso de un transductor array

curvo de 1 a 6 MHz, del cual se utiliza las dos modalidades mencionadas anteriormente. Se utiliza Angio PL.U.S. para evidenciar una correcta localización de la endoprótesis como también la preservación continua de sus paredes con ambos modos con la finalidad de realizar el contraste y tener dos visiones diferentes respecto de la evaluación de los tipos de Endoleaks.¹⁴

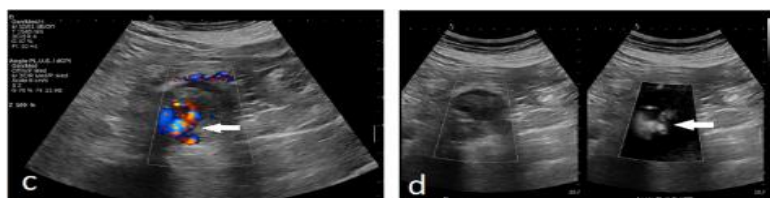


Figura 6.10. Ecografía por Angio PL.U.S. en el cual se realiza un corte en la región abdominal para evidenciar la manifestación de Endoleaks tipo IIa; **C.** Modalidad color Angio PL.U.S.; **D.** Modalidad monocromo de Angio PL.U.S. (Imagen extraída de Angio PPlaneWave UltraSensitive Imaging (Angio PL.U.S.) as an Innovative Doppler Ultrasound Technique with a Potential to follow up Endoleaks after Endovascular Aneurysm Repair (EVAR). *Ultrasound Med Biol.* 2020;46(7):1707–14.

6.3.4.3.6. Ultrasonografía Endovascular

Proporciona imágenes en escala de gris del vaso coronario y de la pared a través de un catéter con una punta de ultrasonido, y corresponde a una técnica que está ampliamente disponible, proporcionando una profundidad de visualización satisfactoria y no requiere contraste, sin embargo, tiene resolución limitada, lo que puede generar incertidumbre en el diagnóstico.³⁸ Se pueden obtener imágenes en tiempo real del vaso y es ideal para intervenciones aórticas, además proporciona información precisa para evaluar las vías de acceso, ubicación y las distancias entre ramas de la aorta, así como el tamaño del vaso, con la finalidad de determinar el tamaño del injerto o lesiones asociadas, facilitando la realización de procedimientos endovasculares aórticos complejos. Por otro lado, se reduce la necesidad de dosis altas de contraste y la radiación ionizante, por lo que es el reemplazo directo actualmente de la angiografía en muchas instancias.³⁹

Permite evaluar el lumen verdadero, en el caso de disecciones tanto agudas como crónicas, además, junto con la hoja de ruta en 3D basada en técnicas de fusión, puede ubicar los tears de entrada y reentrada, el flujo en la falsa luz y el tamaño de las respectivas luces, incluso antes de la fluoroscopia.³⁹

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. TIPO DE ESTUDIO

Este estudio será de tipo Revisión Narrativa.

7.2. CRITERIO DE ELEGIBILIDAD

7.2.1. Tipos de estudios permitidos

Los estudios analizados para la realización de la investigación son retrospectivos, siendo esta una búsqueda bibliográfica de todos aquellos estudios realizados y disponibles sobre la evaluación de Endoleaks aórticos a través de los últimos avances diagnósticos utilizados por la modalidad de la Ecografía.

7.2.2. Participantes

Los participantes que se permiten en esta revisión son todos los artículos que incluyan a pacientes que hayan sido partícipes del procedimiento de EVAR ante la aparición de Endoleaks aórticos, y que fueron evaluados a través de los últimos avances diagnósticos que posee la Ecografía entre los años 2017 y 2021.

7.2.3. Intervenciones

Serán estudiados aquellos artículos que tengan como objetivo evaluar la presencia de Endoleaks aórticos mediante Ecografía.

7.2.4. Variables de resultados

Frecuencia: Es la medida del número de ciclos o repeticiones de la onda por unidad de tiempo. Esto es una variable de tipo cuantitativa continua.

Transductor de ultrasonido: Corresponde a un aparato que produce ondas de sonido que rebotan en los tejidos del cuerpo y forman ecos, estos son recibidos y enviados a una computadora que los usa para la formación de la imagen. Esta es una variable de tipo cuantitativa discreta.

Sensibilidad: También descrita como Tasa de Verdaderos Positivos, corresponde a la probabilidad de obtener un test positivo en un individuo portador de una enfermedad, es decir, a mayor sensibilidad, más enfermos serán diagnosticados adecuadamente. Esta es una variable cuantitativa continua.

Especificidad: Es una herramienta clínica que se utiliza con la finalidad de entregar valores positivos o negativos en una prueba diagnóstica, definiéndose como Tasa de Verdaderos Negativos, donde su característica corresponde a la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo sano, es decir, poder diferenciar un individuo sano de un enfermo, o una patología que se esté presente en el organismo. Esta es una variable cuantitativa continua.

Modo de visualización de la Ecografía: Corresponde a configuraciones utilizadas en los equipos de Ecografía que puede ser clasificada de acuerdo a las condiciones por la que se desea evaluar una estructura del cuerpo humano. Esta es una variable cuantitativa discreta.

7.3. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

7.3.1. Base de datos bibliográfica

Para este estudio, las bases de datos empleadas fueron; Pubmed, Elsevier, Scielo, Cochrane, Scopus, Science Direct y Scholar Google, tanto libros como revistas científicas.

7.3.2. Palabras clave

Se utilizaron palabras claves tales como; Aneurisma, Endoleaks, EVAR, Angiografía, Tomografía Computada, Angio-TC, Resonancia Magnética, Angio-RM, Ecografía, Doppler, DUS, CEUS, SMI, Angio-PL.U.S., Ultrasonografía Endovascular.

7.3.3. Periodo de búsqueda

La investigación se realizó entre los meses de marzo y agosto del 2021.

7.3.4. Idiomas permitidos en la búsqueda

En esta investigación, sólo se consideraron aquellos artículos publicados en las bases científicas que hayan sido escritas en los idiomas alemán, español, inglés y portugués.

8. RESULTADOS

Tabla 8.1. Últimos Modos de la Ecografía en la detección de Endoleaks aórticos

Modo de la Ecografía	Características	Ventajas en la detección de Endoleaks	Limitaciones en la detección de Endoleaks.
Doppler	Método estándar. Posee una sensibilidad en un rango entre 65% - 96%, y especificidad de entre 90% al 97%.	Se puede potenciar con los modos B y Color Flow para aumentar la sensibilidad en la detección de flujos sanguíneos bajos, entregando un aumento en la resolución espacial y temporal, además de una alta disponibilidad y bajo coste.	Factores como la obesidad o presencia de gas intestinal pueden dificultar la exploración y dar falsos positivos o negativos. Insuficiencia en la detección de bajo flujo sanguíneo.
DUS	Se utiliza el modo B junto al modo Doppler. Posee una Sensibilidad aproximada de un 74% y Especificidad de entre 74% y 100%.	Es accesible. Su utilidad consta de evaluar el diámetro del aneurisma aórtico abdominal en pos del tratamiento.	Depende de un operador adecuado, de los movimientos del paciente o el tipo de material de la endoprótesis.

CEUS	Uso de medio de contraste por microburbujas. Sensibilidad 33% y 86%, junto a una especificidad de 63% a 93%.	Tiene la capacidad de detectar los flujos sanguíneos bajos debido al uso de medio de contraste por microburbujas.	Tanto la sensibilidad, como la especificidad varían en un amplio rango puesto que dependen del manejo del operador.
SMI	Similar a CEUS (sensibilidad 100% y especificidad 63%); emplea dos modos para la detección de Endoleaks (modo monocromo y modo color).	En el caso de mSMI, existe mejora de la sensibilidad restando la información de fondo y centrándose sólo en la vasculatura, y el cSMI demuestra el modo B y la información por color simultáneamente, permitiendo visualizar flujos débiles de los vasos sanguíneos sin recurrir a medios de contraste.	La especificidad es baja respecto del examen Gold Estándar y requiere de un operador adecuado, tanto para el equipo como para el manejo del paciente.
Angio PL.U.S.	Posee una sensibilidad de 93% y una especificidad de 100%, además del uso de dos modos basados en el modo B, que permite ver las señales de flujo de interés.	Usa un algoritmo adaptativo, el cual suprime el movimiento de los flujos sanguíneos, detectando así los altos y bajos flujos, sin el uso de medio de contraste.	Debe ser utilizado por un operador totalmente capacitado en el área, en cuanto a protocolos como manejo del paciente.

EVUS	Proporciona imágenes en escala de gris del vaso coronario y de la pared a través de un catéter con una punta de ultrasonido. Los porcentajes de sensibilidad y especificidad no han sido reportados.	Utiliza técnicas como la hoja de ruta en 3D basadas en procedimientos de fusión, para evidenciar el flujo sanguíneo debido a la presencia de Endoleaks, sin necesidad de radiación ionizante ni medio de contraste.	Tiene resolución limitada, lo que puede generar incertidumbre en el diagnóstico, así como las habilidades y competencias del operador del equipo.
-------------	--	---	---

DUS: Duplex ultrasound. **CEUS:** Contrast-Enhanced Ultrasound. **SMI:** Superb Micro-vascular Imaging. **mSMI:** SMI con el modo monocromo. **cSMI:** SMI con el modo color.

CDUS: Color Doppler ultrasound. **Angio PL.U.S.:** Angio Planewave Ultrasensitive Imaging. **EVUS:** Ultrasonografía endovascular. **N/R:** No reportado.

Tabla 8.2. Factores técnicos de los últimos modos de la ecografía para evaluar Endoleaks.

Título del Estudio	Autores (Ref)	Año	Modo de Ecografía	Frecuencia	Tipo de Transductor	Uso de medio de contraste	Sensibilidad y Especificidad	Visualización de Endoleaks aórticos
Ecografía doppler en el seguimiento de la reparación endovascular del aneurisma de aorta abdominal	Hernández Sanfélix A, Et AL.	2020	Doppler	Utiliza frecuencia de 3-5 MHz	Utiliza transductor curvo	No	Tiene una Sensibilidad de 66% y una Especificidad de 99%	Se espera ver un mapping del patrón de sangre aórtica, con una optimizada visualización en tiempo real en una escala de grises, sin embargo, se aprecia una limitación en la visualización de flujos sanguíneos débiles.
Color Doppler ultrasound for surveillance following EVAR as the primary tool	Iscan HZ, Et AL.	2020	Doppler	Utiliza frecuencias de 1-6 MHz	Utiliza transductor curvo	No	Tiene una Sensibilidad de 63,6% y una Especificidad de 100%	

Which mode of color Doppler ultrasound is most suitable for detecting endoleaks in surveillance after endovascular aneurysm repair?	Dağlı M, Tümer NB, Et Al	2021	Doppler	Utiliza frecuencias de 1-6 MHz	Utiliza transductor curvo	No	N/R	
Computed Tomography-Aortography Versus Color-Duplex Ultrasound for Surveillance of Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair: A Prospective Multicenter Diagnostic-Accuracy Study	Jean-Baptiste E, Et Al.	2020	Duplex	Utiliza frecuencias de 2-4 MHz	Utiliza transductor curvo	No	Tiene una Sensibilidad en el rango de entre 62% a 99%, y una Especificidad de entre 74% y 100%	Permite visualizar imágenes con zonas anecoicas o hiperecoicas a nivel del trombo o la pulsatilidad del saco aneurismático, sin embargo, no es capaz de determinar inmediatamente las señales producidas por la presencia de Endoleaks aórticos, debido a la baja capacidad de detección de los flujos sanguíneos débiles.
Diagnostic Colour Duplex Ultrasound for Type IIb Endoleak	Varsanik MA, Et Al. (2020)	2020	Duplex	N/R	Utiliza transductor curvo	No	Tiene una Sensibilidad de 74%, la Especificidad no fue reportada	
Multimodality imaging assessment of endoleaks postendovascular aortic repair	Partovi S, Et Al.	2018	CEUS	N/R	Utiliza transductor curvo	Si	Tiene una Sensibilidad de 91% a 98% y	Permite la visualización dinámica de la aorta y sus largas ramas, además de trombos dentro del aneurisma

							Especificidad de 78% a 88%	como un vacío focal o un defecto de llenado en el que no se observa un realce del lumen. Respecto del uso
Prospective, single UK centre, comparative study of the predictive values of contrast-enhanced ultrasound compared to time-resolved CT angiography in the detection and characterisation of endoleaks in high-risk patients undergoing endovascular aneurysm	Roy IN, Et AL.	2018	CEUS	Utiliza Frecuencias de 2-5 MHz	Utiliza transductor curvo	Si	Tiene una Sensibilidad de 67% a 100% y Especificidad de 79% a 100%	de medio de contraste por microburbujas, sirve como una herramienta para poder trazar la distribución extravascular, demostrando adecuadamente el flujo sanguíneo.
Contrast-enhanced ultrasound of the abdominal aorta – current status and future perspectives	Li X, Et AL.	2021	CEUS	Utiliza Frecuencias de 4-6 MHz	Utiliza transductor curvo	Si	Tiene una Sensibilidad de 95% y Especificidad de 100%	
Superb Microvascular Imaging (SMI): a Doppler ultrasound technique with potential to identify, classify, and follow up endoleaks in	Gabriel M, Et AL.	2018	SMI	Utiliza Frecuencias de 4-6 MHz	Utiliza transductor curvo	No	Tiene una Sensibilidad de 93% y Especificidad de 100%	Demuestra en dos visualizaciones los flujos lentos de sangre sin la influencia negativa de artefactos que surgen en estructuras cercanas, como sí lo es en los casos de los

patients after Endovascular Aneurysm Repair (EVAR).								demás modos descritos.
Angio PLanewave UltraSensitive Imaging (Angio PL.U.S.) as an Innovative Doppler Ultrasound Technique with a Potential to follow up Endoleaks after Endovascular Aneurysm Repair (EVAR)	Tomczak J, Et Al	2020	Angio PL.U.S.	Utiliza frecuencias de 1-6 MHz	Utiliza transductor curvo	No	Tiene una Sensibilidad de 93% y Especificidad de 100%	Se visualizan las paredes arteriales a través de los dos modos que ofrece, demostrando visiones contrastadas respecto de la evaluación en los diversos tipos de Endoleaks aórticos.
Nuevas tecnologías de imágenes para el diagnóstico y tratamiento de los aneurismas de aorta complejos New Imaging Technologies for the Diagnosis and Treatment of Complex Aortic Aneurysms	Ferreira LM, Et Al.	2020	EVUS	N/R	Utiliza transductor curvo	No	N/R	Evalúa el lumen verdadero, en el caso de disecciones tanto agudas como crónicas, además, junto con la hoja de ruta en 3D basada en técnicas de fusión, puede ubicar los tears de entrada y reentrada, el flujo en la falsa luz y el tamaño de las respectivas luces.

DUS: Duplex ultrasound. **CEUS:** Contrast-Enhanced Ultrasound. **SMI:** Superb Micro-vascular Imaging. **CDUS:** Color Doppler ultrasound. **Angio PL.U.S.:** Angio Planewave Ultrasensitive Imaging. **EVUS:** Ultrasonografía endovascular. N/R: No reportado.

Tabla 8.3. Conclusiones de los últimos estudios de la Ecografía para la detección de Endoleaks aórticos.

Título del Estudio	Autores (Ref)	Año	Localización	Modo de Ecografía	Conclusiones del autor/es
Ecografía doppler en el seguimiento de la reparación endovascular del aneurisma de aorta abdominal	Hernández Sanfélix A, Et Al.	2020	España	Doppler	El uso de Doppler en los pacientes que fueron sometidos mediante EVAR tiene una alta eficacia en la detección de Endoleaks aórticos, sin embargo, debe ser un complemento al examen Gold Estándar, debido a que tiene bajo porcentaje de sensibilidad y especificidad respecto del mencionado.
Color Doppler ultrasound for surveillance following EVAR as the primary tool	Iscan HZ, Et Al.	2020	Turquía	Doppler	El uso de Color Doppler en la detección de Endoleaks tipo I y III es adecuado en cuanto a sensibilidad y especificidad en la detección de flujos débiles de sangre.

Which mode of color Doppler ultrasound is most suitable for detecting endoleaks in surveillance after endovascular aneurysm repair?	Dağlı M, Tümer NB, Et Al.	2021	Turquía	Doppler	Doppler tiene una sensibilidad y especificidad suficiente en la detección de Endoleaks aórticos, además de que es un examen no invasivo y no irradia al paciente, sin embargo, no es capaz de detectar lesiones específicas como lo hace ATC y es por ello que se considera un complemento.
Computed Tomography-Aortography Versus Color-Duplex Ultrasound for Surveillance of Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair: A Prospective Multicenter Diagnostic-Accuracy Study	Jean-Baptiste E, Et Al.	2020	USA	Duplex	DUS es considerado un examen de screening, complemento de ATC debido a que ofrece una baja sensibilidad en la detección de flujos débiles en la mayoría de los tipos de Endoleaks.
Diagnostic Colour Duplex Ultrasound for Type IIIb Endoleak	Varsanik MA, Et Al.	2020	USA	Duplex	DUS ofrece una sensibilidad y especificidad adecuada en la detección de Endoleaks aórticos de tipo III, y en la detección de complicaciones en el manejo de los endoinjertos.

Multimodality imaging assessment of endoleaks postendovascular aortic repair	Partovi S, Et Al.	2018	UK	CEUS	Al igual que los demás modos de la ecografía, CEUS también es operador dependiente, con la diferencia del uso de contraste por microburbujas mecánicamente por pulso, además posee una alta especificidad y sensibilidad, equiparable o mayor que ATC.
Prospective, single UK centre, comparative study of the predictive values of contrast-enhanced ultrasound compared to time-resolved CT angiography in the detection and characterisation of endoleaks in high-risk patients undergoing endovascular aneurysm	Roy IN, Et Al.	2018	UK	CEUS	La ecografía con contraste mejorado complementa la CDUS, mejorando la sensibilidad a la detección de Endoleak, además, permite la monitorización en tiempo real del aneurisma y el Endoleak a medida que el agente de contraste llega a este.

Contrast-enhanced ultrasound of the abdominal aorta – current status and future perspectives	Li X, Et Al.	2021	USA	CEUS	CEUS tiene la capacidad de evaluar tanto micro, como macrovasculatura, además, dada su alta resolución temporal, permite la visualización prolongada de enfermedades aórticas durante varios minutos. Su potencial se encuentra en la detección de Endoleaks tipo II.
Superb Microvascular Imaging (SMI): a Doppler ultrasound technique with potential to identify, classify, and follow up endoleaks in patients after Endovascular Aneurysm Repair (EVAR).	Gabriel M, Et Al.	2018	Polonia	SMI	SMI es más preciso que CDUS, de idéntica sensibilidad y especificidad que CEUS por lo que podrían ser equivalentes para la detección de Endoleaks, y ligeramente menos precisa que la ATC.

Angio PLanewave UltraSensitive Imaging (Angio PL.U.S.) as an Innovative Doppler Ultrasound Technique with a Potential to follow up Endoleaks after Endovascular Aneurysm Repair (EVAR)	Tomczak J, Et Al.	2020	USA	Angio PL.U.S.	Este modo detecta Endoleaks de manera similar a ATC y CEUS, y más eficientemente que CDUS; Se considera un examen no invasivo y que no utiliza medio de contraste.
Nuevas tecnologías de imágenes para el diagnóstico y tratamiento de los aneurismas de aorta complejos New Imaging Technologies for the Diagnosis and Treatment of Complex Aortic Aneurysms	Ferreira LM, Et Al.	2020	Argentina	EVUS	Permite obtener imágenes en tiempo real. información precisa para evaluar las vías de acceso, ubicación y las distancias entre ramas de la aorta, así como el tamaño del vaso, para determinar el tamaño del injerto o lesiones asociadas.

***EVAR:** Reparación aórtico endovascular. **ATC:** Angiotomografía computada. **DUS:** Duplex ultrasound. **CEUS:** Contrast-Enhanced Ultrasound. **SMI:** Superb Micro-vascular Imaging. **CDUS:** Color Doppler ultrasound. **Angio PL.U.S.:** Angio Planewave Ultrasensitive Imaging. **EVUS:** Ultrasonografía endovascular.*

9. DISCUSIÓN

De los 11 estudios encontrados en la literatura científica, el 27,27% corresponden al modo Doppler, del cual se pudo establecer que posee una sensibilidad en un rango de 63,6% al 66%, y una especificidad de entre 90% al 97%, además se hallaron entre sus ventajas, que se puede potenciar con los modos B y Color Flow con la finalidad de aumentar la sensibilidad en la detección de flujos sanguíneos bajos, aumentando la resolución espacial y temporal, como también de una alta disponibilidad y bajo coste, por otra parte entre sus desventajas se identificó que factores como la obesidad o presencia de gas intestinal pueden dificultar la exploración y dar falsos positivos o negativos, además, presenta una insuficiencia en la detección de bajo flujo sanguíneo; Respecto de la visualización de Endoleaks aórticos, se espera ver un mapping del patrón de sangre aórtica, con una optimizada visualización en tiempo real en una escala de grises, sin embargo se aprecia una limitación en la visualización de flujos sanguíneos débiles, característico de la patología.

Al igual que Doppler, el modo CEUS comprende un 27,27% de los estudios encontrados, sin embargo, ofrece una sensibilidad en el rango de 67% al 100% y una especificidad de 78% al 100%, teniendo como característica la capacidad de detectar los flujos sanguíneos débiles debido al uso de medio de contraste por microburbujas, lo que contribuye a la mejora en la calidad de imagen para la visualización de patologías que tengan tales criterios, a diferencia del modo Doppler, pudiendo trazar la distribución extravascular, no obstante, su desventaja radica en que, tanto la sensibilidad, como la especificidad varían en un amplio rango puesto que dependen del manejo del operador; En relación a la visualización para Endoleaks aórticos, el examen permite la visualización dinámica de la aorta y sus largas ramas, además de trombos dentro del aneurisma como un vacío focal o un defecto de llenado en el que no se observa un realce del lumen.

De los modos descritos anteriormente, Duplex refiere solo un 18,18% de los estudios analizados, con una sensibilidad en el rango de 62% al 99% y una especificidad de 74% a 100%, su principal ventaja es que es un modo accesible, a diferencia de CEUS y su utilidad consta de evaluar el diámetro del aneurisma aórtico abdominal en post del tratamiento, sin embargo, referente a sus limitaciones, es que depende de un operador adecuado, el cual debe conocer todos los protocolos para ejecutar adecuadamente el examen, también la calidad depende de los movimientos del paciente o el tipo de material de la endoprótesis; Respecto a

la visualización de la patología, este examen permite visualizar imágenes con zonas anecoicas o hiperecoicas a nivel del trombo o la pulsatilidad del saco aneurismático, sin embargo, no es capaz de determinar inmediatamente las señales producidas por la presencia de Endoleaks aórticos, debido a la baja capacidad en cuanto a la detección de los flujos sanguíneos débiles.

Por otra parte, existen modos que abarcan una considerable menor cantidad de los estudios reportados, solo el 9,09% de éstos, tal es el caso de SMI, el cual tiene una sensibilidad de 93% y una especificidad de 100%, a diferencia de los modos mencionados anteriormente; Sobre las ventajas, este posee dos modos; el mSMI, que ofrece una mejora de la sensibilidad restando la información de fondo y centrándose sólo en la vasculatura, y el cSMI demuestra el modo B y la información por color simultáneamente, permitiendo visualizar flujos débiles de los vasos sanguíneos sin recurrir a medios de contraste, por otra parte, se evidencian desventajas tales como que la especificidad es baja respecto del examen Gold Estándar, y requiere de un operador adecuado, tanto para el equipo como para el manejo del paciente; En relación a la visualización para la patología, este examen demuestra en dos visualizaciones los flujos lentos de sangre sin la influencia negativa de artefactos que surgen en estructuras cercanas, como sí ocurre con los demás modos descritos.

De igual forma que SMI, la modalidad Angio PL.U.S. representa el 9,09% de los estudios citados, este modo tiene una sensibilidad de 93% y especificidad de 100%, su principal ventaja, en contraste a los demás estudios analizados, es que usa un algoritmo adaptativo, el cual suprime el movimiento de los flujos sanguíneos, detectando así los altos y bajos flujos, sin el uso de medio de contraste, y su limitación es que debe ser utilizado por un operador totalmente capacitado en el área, tanto en cuanto a protocolos como manejo del paciente, esto debido a la nueva tecnología que este examen ofrece; Sobre la visualización para Endoleaks aórticos, permite visualizar las paredes arteriales a través de los dos modos que ofrece, demostrando visiones contrastadas respecto de la evaluación en los diversos tipos de Endoleaks aórticos.

Finalmente, de la misma manera que los últimos modos descritos, EVUS arrojó un 9,09% de los estudios analizados, con una sensibilidad y especificidad que no han sido reportadas, no obstante, las ventajas que ésta tiene es que utiliza técnicas como la hoja de ruta en 3D basadas en procedimientos de fusión, para evidenciar el flujo sanguíneo débil debido a la presencia de Endoleaks, sin necesidad de radiación ionizante ni medio de contraste, y la

principal desventaja es que tiene una resolución limitada, lo que puede generar incertidumbre en el diagnóstico, así como la necesidad de alta capacitación de parte del operador del equipo.

10. CONCLUSIONES

Se concluye de que al realizar la búsqueda en las bases de datos científicas, de la cual se usaron las distintas palabras claves afines, podemos encontrar que durante los últimos años, además de la Ecografía Doppler, que corresponde al examen de complemento para la evaluación de Endoleaks aórticos, comenzaron a desarrollarse los nuevos modos que permiten sustituir al Doppler, estos son: DUS, CEUS, SMI, Angio PL.U.S. y EVUS, siendo los más recientes CEUS, SMI, Angio PL.U.S. y EVUS, estos, según lo mostrado en la investigación, presentan ventajas sobre el examen Gold estándar que es la Angio Tomografía Computada, como por ejemplo, que detectan a través de su alta tecnología, los flujos sanguíneos débiles, característicos de la patología, además de que no utiliza, medios de contraste excepto CEUS, ni emite radiación ionizante, evitando dañar a los pacientes y posicionando a la Ecografía como una alternativa diagnóstica con alta sensibilidad y especificidad.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Norris T, Tuan R, Porth C. Porth Fisiopatología. 10th ed. L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona): Wolters Kluwer; 2019. 85–90 p.
2. Vallejo PP, Vargas DA, Iglesias Acosta J. Caracterización de pacientes y resultados de la reparación endovascular de aneurismas de aorta abdominal. Clínica General del Norte periodo 2015 – 2016. Vol. 13, Biociencias. Universidad Libre Seccional Barranquilla; 2018.
3. Perea G, Corneli M, D'Ovidio A. Búsqueda de aneurisma de aorta abdominal por cardiólogos. Rev ecocardiografía práctica y otras técnicas imagen cardíaca. 2020;3(1):66–8.
4. Aristizábal S, Suárez G, Parra J. S. Diseño estructural de un stent endovascular para el tratamiento de un aneurisma aórtico. 2018;12(24):15-24–55.
5. Ballesteros-Pomar M, Ara SM, Arias CN, Pastor NS, Fernández B, Ángel L, et al. Actualización y algoritmos de toma de decisión en el manejo del aneurisma aórtico abdominal roto. Angiología. 2020;1:241–2.
6. Merecí Mora ME. Diagnóstico prehospitalario oportuno del aneurisma aórtico abdominal con la ayuda del Simulador Critical Deluxe del Instituto Superior American College. Vol. 21, Orphanet

Journal of Rare Diseases. Instituto Superior Tecnológico American College; 2020.

7. Duvnjak S. Endovascular Abdominal Aortic Repair- Endoleak Treatment. Endovascular Abdominal Aortic Repair- Endoleak Treatment. Odense, Denmark: Department Of Radiology; 2020. 1–3 p.
8. Alejandro A, Cueva R, Arellano LL, Serrano JJ. Tratamiento Endovascular de Endoleaks de Prótesis de Aorta. *Seram*. 2020;1:1–17.
9. Subias Costa J, Jerez Soria JA. Tomografía computarizada dirigida a técnicos superiores en imagen para el diagnóstico. 2ª ed. 2, editor. 2021. 272 p.
10. Apfaltrer G, Lavra F, Joseph Schoepf U, Scarabello M, Yamada R, van Assen M, et al. Quantitative analysis of dynamic computed tomography angiography for the detection of endoleaks after abdominal aorta aneurysm endovascular repair: A feasibility study. *PLoS One*. 2021;16(1 January):1–14.
11. Hernández Sanfélix A, Ramos Moreno I, Garcia Dominguez LJ, Ten Guerola R, Falcón Espinola M, Miralles Hernández M. Ecografía doppler en el seguimiento de la reparación endovascular del aneurisma de aorta abdominal. *Rev Enfermería Vasc*. 2020;3(5):5–12.
12. Iscan HZ, Unal EU, Akkaya B, Daglı M, Karahan M, Civelek I, et al. Color Doppler ultrasound for surveillance following EVAR as the primary tool. *J Card Surg*. 2020;36(1):111–7.
13. Li X, Staub D, Rafailidis V, Al-Natour M, Kalva S, Partovi S. Contrast-enhanced ultrasound of the abdominal aorta – current status and future perspectives. *Vasa - Eur J Vasc Med*. 2019;48(2):115–25.
14. Tomczak J, Gabriel M, Snoch-Ziólkiewicz M, Dzieciuchowicz Ł, Strauss E, Pawlaczyk K. Angio PPlaneWave UltraSensitive Imaging (Angio PL.U.S.) as an Innovative Doppler Ultrasound Technique with a Potential to follow up Endoleaks after Endovascular Aneurysm Repair (EVAR). *Ultrasound Med Biol*. 2020;46(7):1707–14.
15. Froelich MF, Kunz WG, Kim SH, Sommer WH, Clevert DA, Rübenhaller J. Cost-effectiveness of contrast-enhanced ultrasound for the detection of endovascular aneurysm repair-related endoleaks requiring treatment. *J Vasc Surg [Internet]*. 2021;73(1):232-239.e2. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2020.04.512>
16. Ullery BW, Hallett RL, Fleischmann D. Epidemiology and contemporary management of abdominal aortic aneurysms. *Abdom Radiol [Internet]*. 2018;43(5):1032–43.

17. Santana Bailón EJ, Cevallos Vega DJ, Moyano Vega CI, Burgos Delgado RI, Arteaga Castro YX, Durán González JP. Prevención y cuidados de los pacientes diagnosticados con aneurisma cerebral. *Recimundo*. 2020;4(1):403–15.
18. Rica UDEC. Ruptura de aneurisma de aorta abdominal infrarrenal y propuesta de protocolo de manejo perioperatorio para pacientes de la caja costarricense de seguro social. 2020;
19. Lissette J, Vega F, Luis H, Pachay L, Marcela G, Alcívar Á, et al. Tratamiento endovascular de aneurisma aórtico abdominal Endovascular treatment of abdominal aortic aneurysm Tratamiento endovascular do aneurisma da aorta abdominal. 2020;4(1):305–15.
20. Gallardo Pedrajas F, Fernández Noya J, Rodríguez Carvajal R, Villaverde Rodríguez J, Lainez Rube R, Martínez Pérez M. SANTIAGO protocol. Endovascular aortic repair planning in emergency situations. *Angiologia* [Internet]. 2017;69(1):18–25.
21. Partovi S, Trischman T, Rafailidis V, Gunguli S. Multimodality imaging assessment of endoleaks post- endovascular aortic repair. *Adv Treat Aortic Valve Root Dis*. 2018;(April):47–66.
22. De León Ayala IA, Cheng YT, Chen SW, Chu SY, Nan YY, Liu KS. Outcomes of type Ia endoleaks after endovascular repair of the proximal aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* [Internet]. 2020;
23. Vaquero Puerta C. Endofugas. *Sociedad Española de Angiología y Cirugía Vascular*; 2017. 9–64 p.
24. Wang PS, Verma R. Endoleak. *Ultrasound Q*. 2017;33(1):96–7.
25. Sharma A, Sethi P, Gupta K. Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair. *Interv Cardiol Clin* [Internet]. 2020;9(2):153–68. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.iccl.2019.12.005>
26. Fern P, Universitario CH, Primaria CA, La E, Pol V, Utilizamos S. Pruebas diagnósticas: Sensibilidad y especificidad. 2019;3–7.
27. Sociedad Española de Radiología Vascular e Intervencionista. ¿Qué es una angiografía o arteriografía? *Servei*. 2021;1(2):1–2.
28. Torres Blanco, Gómez Palonés F. Endotension. Review of a controversial term. *Angiologia* [Internet]. 2018;70(3):120–5. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.angio.2018.01.001>
29. Lafuente J, García García-Tuñón MÁ, Hernando A. La imagen por resonancia magnética: sus

- fundamentos. *Rev Española Física*. 2020;34(1):17–24.
30. Kawada H, Goshima S, Sakurai K, Noda Y, Kajita K, Tanahashi Y, et al. Utility of noncontrast magnetic resonance angiography for aneurysm follow-up and detection of endoleaks after endovascular aortic repair. *Korean J Radiol*. 2021;22(4):513–24.
 31. Poggio GA, Mariano J, Gopar LA, Ucar ME. La ecografía primero: ¿Por qué, cómo y cuándo? *Rev Argentina Radiol [Internet]*. 2017;81(3):192–203.
 32. Baggio Gastón M. Reconstrucción de imágenes médicas obtenidas por ultrasonido. 2017;22.
 33. Dağlı M, Tümer NB, Aşkın G, Akkaya BB, Özen A, Ökten S. Which mode of color Doppler ultrasound is most suitable for detecting endoleaks in surveillance after endovascular aneurysm repair? 2021;30(2):115–20.
 34. Jean-Baptiste E, Feugier P, Cruzel C, Sarlon-Bartoli G, Reix T, Steinmetz E, et al. Computed Tomography-Aortography Versus Color-Duplex Ultrasound for Surveillance of Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair: A Prospective Multicenter Diagnostic-Accuracy Study (the ESSEA Trial). *Circ Cardiovasc Imaging*. 2020;(June):1–16.
 35. Varsanik MA, Pocivavsek L, Babrowski T, Milner R. Diagnostic Colour Duplex Ultrasound for Type IIIb Endoleak. *EJVES Vasc Forum [Internet]*. 2020;47:43–6.
 36. Roy IN, Chan TY, Czanner G, Wallace S, Vallabhaneni SR. Prospective, single UK centre, comparative study of the predictive values of contrast-enhanced ultrasound compared to time-resolved CT angiography in the detection and characterisation of endoleaks in high-risk patients undergoing endovascular aneurysm re. *BMJ Open*. 2018;8(4):6–10.
 37. Gabriel M, Tomczak J, Snoch-Ziółkiewicz M, Dzieciuchowicz Ł, Strauss E, Pawlaczyk K, et al. Superb Micro-vascular Imaging (SMI): a Doppler ultrasound technique with potential to identify, classify, and follow up endoleaks in patients after Endovascular Aneurysm Repair (EVAR). *Abdom Radiol*. 2018;43(12):3479–86.
 38. Schossler-loss F. Disección espontánea de la arteria descendente anterior Spontaneous dissection of the anterior descending artery . 2021;37(1):122–7.
 39. Ferreira LM, Ricardo A, Mura LA, Álvarez J, Ruiz PG, Diluca P, et al. Nuevas tecnologías de imágenes para el diagnóstico y tratamiento de los aneurismas de aorta complejos New Imaging Technologies for the Diagnosis and Treatment of Complex Aortic Aneurysms. *Rev ARGent CARDiol [Internet]*. 2020;88:544–9.