



Revista Argentina de Cardiología Argentine Journal of Cardiology

Junio 2020 | Vol. 88 SUPL. 4

ISSN 0034-7000

www.sac.org.ar

Consenso de Ecografía Doppler Vascular Versión Resumida

SOCIEDAD ARGENTINA DE CARDIOLOGÍA (SAC)



REVISTA ARGENTINA DE CARDIOLOGÍA

ORGANO CIENTÍFICO DE LA SOCIEDAD ARGENTINA DE CARDIOLOGÍA

COMITÉ EDITOR

Director

RAÚL A. BORRACCI
Universidad Austral, Buenos Aires

Director Adjunto

JORGE THIÉREZ
Instituto Universitario CEMIC, CABA

Directores Asociados

JOSÉ LUIS BARISANI
Hospital Presidente Perón, Buenos Aires
DARÍO C. DI TORO
Hospital Argerich, CABA
MARÍA AMALIA ELIZARI
Instituto Cardiovascular Buenos Aires, CABA
CLAUDIO C. HIGA
Hospital Alemán, CABA
LUCIANO LUCAS
Instituto Universitario Hospital Italiano de Buenos Aires, CABA
WALTER M. MASSON
Instituto Universitario Hospital Italiano de Buenos Aires, CABA

Editor Consultor

HERNÁN C. DOVAL
Hospital Italiano de Buenos Aires, CABA

Delegado por la SAC

SUSANA LAPRESA
Hospital Marie Curie, CABA

Editor de Ciencias básicas

BRUNO BUCHHOLZ
Universidad de Buenos Aires

Vocales

BIBIANA DE LA VEGA
Hospital Zenón Santillán, Tucumán
JAVIER GUETTA
Instituto Universitario CEMIC, CABA
GUILLERMO E. LINIADO
Hospital Argerich, CABA
JORGE LOWENSTEIN
Cardiodiagnóstico Investigaciones Médicas de Buenos Aires, CABA
GASTÓN RODRÍGUEZ GRANILLO
Diagnóstico Maipú, Buenos Aires
PABLO ROURA
Instituto Argentino de Diagnóstico y Tratamiento, CABA
JORGE C. TRAININI
Universidad de Avellaneda, Buenos Aires
MARIANO TREVISÁN
Sanatorio San Carlos, Bariloche

Consultor en Estadística, Buenos Aires

JAVIER MARIANI
Hospital El Cruce, Buenos Aires

Coordinación Editorial

PATRICIA LÓPEZ DOWLING
MARIELA ROMANO

COMITÉ HONORARIO

MARCELO V. ELIZARI (ARGENTINA)
GUILLERMO KREUTZER (ARGENTINA)
JOSÉ NAVIA (ARGENTINA)

COMITÉ EDITOR INTERNACIONAL

AMBROSIO, GIUSEPPE (ITALIA)
University of Perugia School of Medicine, Perugia
ANTZELVITCH, CHARLES (EE.UU.)
Masonic Medical Research Laboratory
BADIMON, JUAN JOSÉ (EE.UU.)
Cardiovascular Institute, The Mount Sinai School of Medicine
BARANCHUK, ADRIÁN (CANADÁ)
Queen's University, Kingston
BAZÁN, MANUEL (CUBA)
INCOR, La Habana
BRUGADA, RAMÓN (ESPAÑA)
Cardiology Department, The Thorax Institute, Hospital Clinic, University of Barcelona, Barcelona
CABO SALVADOR, JAVIER
Departamento de Ciencias de la Salud de la Universidad de Madrid UDIMA (ESPAÑA)
CAMIM, JOHN (GRAN BRETAÑA)
British Heart Foundation, St. George's University of London
CARRERAS COSTA, FRANCESC (ESPAÑA)
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Universitat Autònoma de Barcelona
CHACHQUES, JUAN CARLOS (FRANCIA)
Pompidou Hospital, University of Paris Descartes, Paris
DEMARIA, ANTHONY N. (EE.UU.)
UCSD Medical Center, San Diego, California
DI CARLI, MARCELO (EE.UU.)
Harvard Medical School, Boston, MA
EVANGELISTA MASIP, ARTURO (ESPAÑA)
Instituto Cardiológico. Quirónsalud-Teknon, Barcelona
EZEKOWITZ, MICHAEL (EE.UU.)
Lankenau Medical Center, Medical Science Building, Wynnewood, PA
EIGENBAUM, HARVEY (EE.UU.)
Indiana University School of Medicine, Indianapolis
FERRARI, ROBERTO (CANADÁ)
University of Alberta, Edmonton, Alberta
FERRARIO, CARLOS (EE.UU.)
Wake Forest University School of Medicine, Winston-Salem
FLATHER, MARCUS (GRAN BRETAÑA)
Royal Brompton and Harefield NHS Foundation Trust and Imperial College London
FUSTER, VALENTIN (EE.UU.)
The Mount Sinai Medical Center, New York
GARCÍA FERNÁNDEZ, MIGUEL ÁNGEL (ESPAÑA)
Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Medicina
JUFFÉ STEIN, ALBERTO (ESPAÑA)
Department of Cardiology, A Coruña University Hospital, La Coruña

KASKI, JUAN CARLOS (GRAN BRETAÑA)
St George's University of London, Cardiovascular Sciences Research Centre, Cranmer Terrace, London
KHANDERIA, BIJOY (EE.UU.)
Aurora Cardiovascular Services
KRUCOFF, MITCHELL W. (EE.UU.)
Duke University Medical Center, Durham
LÓPEZ SENDÓN, JOSÉ LUIS (ESPAÑA)
Hospital Universitario La Paz, Instituto de Investigación La Paz, Madrid
LUSCHER, THOMAS (SUIZA)
European Heart Journal, Zurich Heart House, Zürich, Switzerland
MARZILLI, MARIO (ITALIA)
Cardiothoracic Department, Division of Cardiology, University Hospital of Pisa
MAURER, GERALD (AUSTRIA)
Univ.-Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie I, Christian-Doppler-Klinik, Salzburg
MOHR, FRIEDRICH (ALEMANIA)
Herzzentrum Universität Leipzig, Leipzig
NANDA, NAVIN (EE.UU.)
University of Alabama at Birmingham, Birmingham
NILSEN, DENNIS (NORUEGA)
Department of Cardiology, Stavanger University Hospital, Stavanger
PALACIOS, IGOR (EE.UU.)
Massachusetts General Hospital
PANZA, JULIO (EE.UU.)
MedStar Washington Hospital Center, Washington, DC
PICANO, EUGENIO (ITALIA)
Institute of Clinical Physiology, CNR, Pisa
PINSKI, SERGIO (EE.UU.)
Cleveland Clinic Florida
RASTAN, ARDAWAN (ALEMANIA)
Universitäts-Herzzentrum Freiburg-Bad Krozingen
SICOURI, SERGE (EE.UU.)
Masonic Medical Research Laboratory, Utica
THEROUX, PIERRE (CANADÁ)
University of Toronto, Ontario
TOGNONI, GIANNI (ITALIA)
Consorzio Mario Negri Sud, Santa Maria Imbaro, Chieti
Ochsner Clinical School-The University of Queensland School of Medicine, New Orleans
WIELGOSZ, ANDREAS (CANADÁ)
University of Calgary, Calgary, Alberta
ZIPES, DOUGLAS (EE.UU.)
Indiana University School of Medicine, Indianapolis

SOCIEDAD ARGENTINA DE CARDIOLOGÍA

COMISIÓN DIRECTIVA

Presidente

JOSÉ L. NAVARRO ESTRADA

Presidente Electo

ALEJANDRO R. HERSHSON

Vicepresidente 1º

HÉCTOR R. DESCHLE

Vicepresidente 2º

ALEJANDRO R. PEIRONE

Secretario

MIRTA DIEZ

Tesorero

JUAN J. FUSELLI

Prosecretario

RICARDO A. VILLARREAL

Protesorero

ENRIQUE FAIRMAN

Vocales Titulares

SILVIA S. MAKHOUL
JORGE L. BOCIÁN
JULIO O. IBAÑEZ
CLAUDIA M. CORTÉS

Vocal Suplentes

CRISTIAN C. CANIGGIA
SUSANA B. LAPRESA
MARIO O. CORTE
RODRIGO A. DE LA FABA

Presidente Anterior

ANA M. SALVATI

Revista Argentina de Cardiología

La Revista Argentina de Cardiología es propiedad de la Sociedad Argentina de Cardiología.

ISSN 0034-7000 ISSN 1850-3748 versión electrónica - Registro de la Propiedad Intelectual en trámite

Full English text available. Indexada en SciELO, Scopus, Embase, LILACS, Latindex, Redalyc, Dialnet y DOAJ. Incluida en el Núcleo Básico de Revistas Científicas Argentinas del CONICET.

VOL 88 SUPLEMENTO 4 JUNIO 2020

Dirección Científica y Administración

Azcuénaga 980 - (1115) Buenos Aires / Tel.: 4961-6027/8/9 / Fax: 4961-6020 / e-mail: revista@sac.org.ar / web site: www.sac.org.ar

Atención al público de lunes a viernes de 13 a 20 horas

Consenso de Ecografía Doppler Vascular Versión resumida

ÁREA DE CONSENSOS Y NORMAS

Director: Dr. Gustavo Giunta^{MTSAC}

Sub-Director: Dr. Maximiliano De Abreu^{MTSAC}

Secretario: Dr. Sebastián Peralta^{MTSAC}

Vocales

Dr. Fernando Garagoli

Dr. Ariel Kraselnik

Dr. Santiago Lynch

Dra. Paola Rojas

Dra. Milagros Seijo

Dr. Mario Cesar Spennato^{MTSAC}

Comité Asesor

Dr. Ignacio Bluro^{MTSAC}

Dr. Mariano Falconi^{MTSAC}

Dr. Ernesto Duronto^{MTSAC}

Las opiniones, pautas o lineamientos contenidos en los Consensos o Recomendaciones han sido diseñados y planteados en términos genéricos, a partir de la consideración de situaciones concebidas como un modelo teórico. Allí se describen distintas hipótesis alternativas para arribar a un diagnóstico, a la definición de un tratamiento y/o prevención de una determinada patología. De ningún modo puede interpretarse como un instructivo concreto ni como una indicación absoluta. La aplicación específica en el paciente individual de cualquiera de las descripciones generales obrantes en los Consensos o Recomendaciones dependerá del juicio médico del profesional interviniente y de las características y circunstancias que se presenten en torno al caso en cuestión, considerando los antecedentes personales del paciente y las condiciones específicas de la patología por tratar, los medios y recursos disponibles, la necesidad de adoptar medidas adicionales y/o complementarias, etc. La evaluación de estos antecedentes y factores quedará a criterio y responsabilidad del médico interviniente en la decisión clínica final que se adoptará.

CONSENSO DE ECOGRAFÍA DOPPLER VASCULAR VERSIÓN RESUMIDA

Sociedad Argentina de Cardiología

Director: Dr. Gabriel Perea^{MTSAC}
Subdirector: Dra. Mariana Corneli^{MTSAC}
Secretario: Dr. Pablo Elissamburu

Consejo de Eco Doppler Cardíaco y Vascular “Dr. Oscar Orias”
Representante por Área de Consensos y Normas: Dr. Mario Spennato^{MTSAC}

1. Prólogo

2. Metodología

3. Resumen de las comunicaciones

4. Generalidades de la ecografía Doppler vascular

Comité de Redacción

Dr. Guillermo Toledo
Dr. Antonela Ciccale Smith
Dra. Carolina Licudis
Dra. Liza Wenez

5. Arterias carótidas

Comité de Redacción

Dr. Jorge Bocian
Dr. Pablo Elissamburu
Dr. Gabriel Perea^{MTSAC}

6. Arterias vertebrales

Comité de Redacción

Dr. Jorge Casas
Dra. Evangelina Piersigilli
Dra. Liliana Martínez

7. Arterias y venas de los miembros superior

Comité de Redacción

Dr. Sebastián Benítez Solano
Dr. Nicolás González
Dra. Marina Baglioni

6. Arterias vertebrales

Comité de Redacción

Dr. Jorge Casas
Dr. Víctor Ávalos

8. Fístulas arteriovenosas para hemodiálisis

Comité de Redacción

Dr. Jorge Cors^{MTSAC}
Dr. Fernando Migliavacca
Dr. Andrés Izaguirre^{MTSAC}

9. Arteria abdominal y arterias ilíacas

Comité de Redacción

Dr. Jorge Casas
Dr. Víctor Ávalos

10. Arterias renales

Comité de Redacción

Dr. Fernando Belcastro
Dra. Josefina Cúneo
Dr. Maximiliano Villagra
Dr. Gustavo Sánchez

11. Arterias de los miembros inferiores

Comité de Redacción

Dr. José Riarte
Dr. Juan Manuel Navarro Pawels
Dr. Patricio Glenny^{MTSAC}
Dra. Mariana Corneli^{MTSAC}

12. Venas de los miembros inferiores

Comité de Redacción

Dra. Sandra Barrangu
Dr. Ricardo Beigelman
Dra. Luciana Auad
Dra. Florencia Crespo
Dra. Ángela Di Matteo

Comité Revisor

Dr. Ignacio Bluro^{MTSAC}
Dr. Héctor Deschle^{MTSAC}
Dra. Verónica Volberg^{MTSAC}
Dr. Federico Cintora^{MTSAC}

Agradecemos a Laura Perea por la realización de las ilustraciones de este Consenso

Los autores recomiendan citar el artículo de esta forma:

Perea G, Corneli M, Glenny P, Barrangu S, Elissamburu P, et al. Consenso de Ecografía Doppler Vascular. Versión resumida. Sociedad Argentina de Cardiología. Rev Argent Cardiol 2020;88.X-X



Índice

1. Prólogo	1
2. Metodología	1
3. Resumen de Recomendaciones.....	2
4. Generalidades de la ecografía Doppler vascular	3
5. Arterias carótidas	5
6. Arterias vertebrales.....	7
7. Arterias y venas de miembros superiores	8
8. Fístulas arteriovenosas para hemodiálisis.....	10
9. Aorta abdominal y arterias ilíacas	11
10. Arterias renales	13
11. Arterias de miembros inferiores.....	15
12. Venas de miembros inferiores.....	17

Abreviaturas

AA	aorta abdominal	HTV	hipertensión venosa
AAA	aneurisma de aorta abdominal	IAC	índice de aceleración
ACC	arteria carótida común	IRAo	índice renoaórtico
ACE	arteria carótida externa	IRR	índice de resistencia renal
ACG	arteritis de células gigantes	IR	insuficiencia renal
ACI	arteria carótida interna	ITB	índice tobillo-brazo
ACM	arteria cerebral media	IVC	insuficiencia crónica
ACO	anticoagulación	MI	miembro inferior
ACV	accidente cerebrovascular	MM.II	miembros inferiores
AFC	arteria femoral común	MS	miembro superior
AFP	arteria femoral profunda	MM.SS	miembros superiores
AFS	arteria femoral superficial	PA	presión arterial
AMS	arteria mesentérica superior	PAV	prótesis arteriovenosa
Angio-TC	angiortomografía computada	PET	tomografía por emisión de positrones
Angio-RM	angiorresonancia magnética	PopA	arteria poplítea
AOf	arteria oftálmica	PRF	frecuencia de repetición de pulsos
ARD	arteria renal derecha	RM	resonancia magnética
ARI	arteria renal izquierda	SOT	síndrome del opérculo torácico
ASC	arteria subclavia	TBC	tronco braquiocefálico
AT	arteritis de Takayasu	TC	tomografía computada
B	bidimensional	TAMEAN	velocidad media promediada en el tiempo
CV	cardiovascular	TR	tiempo de reflujo
CUS	compresiones ultrasonográficas secuenciales	TVP	trombosis venosa profunda
2D	ecografía bidimensional	US	ultrasonido
DC	Doppler color	USF	unión safenofemoral
DFM	displasia fibromuscular	VB	vertebrobasilar
DP	Doppler pulsado	VFC	vena femoral común
EAMI	enfermedad arterial de miembros inferiores	VFD	velocidad de fin de diástole
EAP	enfermedad arterial periférica	VP	vena poplítea
EMI	espesor mointimal	VPS	velocidad pico sistólica
EPTFE	politetrafluoroetileno expandido	VM	volumen minuto
ETE	enfermedad tromboembólica	VMR	velocidad máxima de reflujo
EVC	enfermedad venosa crónica	VSM	vena safena mayor
FAV	fistula arteriovenosa	VSm	vena safena menor
FC	frecuencia cardíaca	VTI	integral tiempo-velocidad

CONSENSO DE ECOGRAFÍA DOPPLER VASCULAR

VERSIÓN RESUMIDA

1. PRÓLOGO

Actualmente, la ecografía Doppler se considera el estudio de primera línea en la evaluación no invasiva de estructuras vasculares. En comparación con otras técnicas de imagen, el eco Doppler vascular tiene ciertas características ventajosas: bajo costo, alta disponibilidad, fácil traslado de los equipos con posibilidad de realizar estudios al pie de la cama del paciente, fiabilidad de los resultados y posibilidad de visualizar los flujos en tiempo real para realizar evaluaciones hemodinámicas y pruebas fisiológicas en el momento.

La ecografía Doppler es el método de imagen de primera elección para diagnóstico de la patología vascular y llama la atención que no exista en nuestro país una guía para su estandarización y uso. Con esto en mente, el grupo de trabajo de la Sociedad Argentina de Cardiología se propuso crear un documento con el fin de proveer a los lectores un compendio de recomendaciones prácticas para realizar estudios vasculares por ultrasonido y para el diagnóstico de patologías vasculares en los distintos territorios. Un grupo multidisciplinario de especialistas ha trabajado a conciencia para desarrollar una guía práctica y actualizada. Es la intención de este grupo de trabajo que el presente documento sea de utilidad para todos los interesados en la patología vascular, posicionado como una guía de referencia útil y fiable.

2. METODOLOGÍA

El presente documento se basó en la evidencia científica y en el juicio y experiencia de un panel de expertos en ecografía vascular. Dada la escasez de información bibliográfica basada en estudios clínicos aleatorizados sobre esta temática, la mayoría de las recomendaciones sugeridas están basadas en el consenso de opinión de expertos. El grado de recomendación y el nivel de evidencia utilizados para las recomendaciones finales se describen a continuación:

Clase de recomendación

- Clase I: Existe evidencia y/o acuerdo general en que un determinado procedimiento o tratamiento es beneficioso, útil y eficaz.
- Clase II: Existe evidencia conflictiva y/o divergencia de opinión acerca de la utilidad o eficacia del método, procedimiento y/o tratamiento.
 - Clase IIa: El peso de la evidencia/opinión está a favor de la utilidad/eficacia.
 - Clase IIb: La utilidad/eficacia está menos establecida por la evidencia/opinión.
 - Clase III: Existe evidencia o acuerdo general en que el tratamiento, método/ procedimiento no es útil o efectivo y en algunos casos puede ser perjudicial.

Nivel de evidencia

- Nivel A: Datos procedentes de ensayos clínicos múltiples aleatorizados o de metaanálisis.
- Nivel B: Datos procedentes de un único ensayo clínico aleatorizado o de estudios no aleatorizados.
- Nivel C: Consenso de opinión de expertos o de pequeños estudios.

3. RESUMEN DE LAS RECOMENDACIONES

Ecografía Doppler de vasos supraórticos

Recomendación	Clase	Nivel de evidencia
– No se recomienda el rastreo sistemático del EMI por ecografía para la evaluación de riesgo cardiovascular.	III	A
– Se recomienda la detección de presencia de placa aterosclerótica por ecografía como modificadora del riesgo en la evaluación del riesgo cardiovascular.	II	B
– Se recomienda la utilización del eco Doppler (en primera línea de estudio de imagen), angio-TC y angio-RM para la estratificación de la estenosis carotídea.	I	B
– Se recomienda la utilización del eco Doppler como método de imagen de primera línea ante la sospecha de arteritis de los vasos supraaórticos.	I	C

Ecografía Doppler de arterias y venas de miembros superiores

Recomendación	Clase	Nivel de evidencia
– Se recomienda realizar maniobras de provocación y sensibilización con ultrasonido en caso de sospecha de síndrome de opérculo torácico.	I	C

Ecografía Doppler en la evaluación de fístula arteriovenosa para hemodiálisis

Recomendación	Clase	Nivel de evidencia
– Se recomienda realizar estudio de mapeo vascular con ultrasonido previo a la confección de un acceso vascular para hemodiálisis.	I	C
– Ante sospecha de disfunción de FAV se recomienda realizar un eco Doppler vascular para determinar la repercusión hemodinámica y su causa.	I	C

Ecografía Doppler de aorta abdominal y arterias ilíacas

Recomendación	Clase	Nivel de evidencia
– Para la realización de un estudio eco Doppler de aorta abdominal y sus ramas se recomienda un ayuno de, al menos, 6 horas.	I	C
– Se recomienda la medición del diámetro anteroposterior de la aorta abdominal de adventicia a adventicia con el haz de ultrasonido perpendicular al eje mayor de la AA.	I	B
– En lo que respecta a la pesquisa de AAA según lo recomendado por las diferentes sociedades científicas tiene indicación de búsqueda sistemática mediante US en pacientes: <ul style="list-style-type: none"> – Varones > 65 años – Mujeres > 65 años con antecedente presente o pasado de TBQ – Personas > 65 años con antecedentes familiares de AAA – Portadores de aneurisma de otra localización 	I	B
– Se recomienda, al realizar un US para valorar la presencia de endofugas, utilizar escalas de Doppler color de baja velocidad o angio-power que aumenta la sensibilidad de la técnica para su detección.	I	C

Ecografía Doppler de arterias renales y trasplante renal

Recomendación	Clase	Nivel de evidencia
– Se recomienda la utilización de la ecografía Doppler como método de imagen no invasivo de primera línea en la búsqueda de estenosis de arterias renales.	I	B
– En caso de sospecha de DFM se recomienda complementar la evaluación ultrasonográfica con una angiotomografía o angiorrisonancia.	I	C
– Se recomienda la utilización de la ecografía Doppler como método de imagen no invasivo de primera línea para la valoración del sistema vascular del injerto renal.	I	C

Ecografía Doppler en arterias de miembros inferiores

Recomendación	Clase	Nivel de evidencia
– Se recomienda complementar la información obtenida de los hallazgos de la ecografía Doppler arterial de miembros inferiores con la medición de ITB, fundamentalmente en pacientes con múltiples lesiones o enfermedad arterial difusa de miembros inferiores para determinar el impacto funcional distal de la enfermedad.	I	C
– Se recomienda valorar en primer lugar con ecografía Doppler arterial la presencia de posibles complicaciones en los sitios de punción posintervencionismo.	I	C
– Se recomienda la evaluación inicial con ecografía Doppler arterial de MMII para el diagnóstico y seguimiento de patología no aterosclerótica de miembros inferiores.	I	C

Ecografía Doppler en venas de miembros inferiores

Recomendación	Clase	Nivel de evidencia
– Se recomienda la utilización de ecografía Doppler como método de imagen no invasivo de primera línea en la búsqueda de trombosis venosa de miembros inferiores.	I	C
– Se recomienda el uso de la clasificación CEAP para la valoración de la severidad de la enfermedad venosa.	I	C
– La ecografía Doppler es el método diagnóstico de elección para confirmar la presencia de enfermedad venosa crónica, así como también para poder determinar la causa y patrón de reflujo.	I	A
– La insuficiencia venosa se define como flujo retrógrado que dure $\geq 0,5$ s en el sistema venoso superficial; ≥ 1 s en el sistema venoso profundo y $\geq 0,5$ s en el eje perforante.	I	A

4. GENERALIDADES DE LA ECOGRAFÍA DOPPLER VASCULAR

Principios generales de ecografía Doppler vascular

Las imágenes ecográficas son muy bien conocidas por los cardiólogos clínicos a causa de la amplia difusión de la ecocardiografía; sin embargo, es importante señalar que la ecografía Doppler vascular es una técnica diferente, que requiere el conocimiento de algunos conceptos y técnicas que no se aplican normalmente para el estudio del corazón, y una metodología muy estricta en la realización de cada estudio.

Es necesario conocer las características propias y normales de los vasos y flujos de la región para estudiar, ya que difieren según la región u órgano objeto del estudio. A partir de allí se deberá elegir el transductor apropiado. Elegido el transductor correcto, se aplicará una configuración distinta en el equipo de acuerdo con el territorio y tipo de flujo que se va a estudiar (arterial o venoso). Para hacerlo correctamente es necesario conocer y aplicar los conceptos relativos a la imagen en modo B bidimensional, el Doppler color y el Doppler espectral. En estos dos últimos casos se introduce un concepto fundamental del Doppler vascular: el ángulo de insonación. Finalmente se aplica un modo no utilizado en ecocardiografía que es el Doppler de potencia o “angio-power”.

Tipos de transductores

Los transductores (o sondas de examinación) varían en forma, tamaño y frecuencia de emisión. Convencionalmente se utilizan la sonda cardíaca sectorial, los transductores convexos (o convex) y los lineales. Las frecuencias de transmisión van desde 2-2,5 MHz hasta los 10-12 MHz (1).

Configuración (Ajustes)

Los equipos de ecografía tienen ajustes preconfigurados (presets) para cada aplicación según la sonda elegida. Al iniciar un estudio se debe elegir el ajuste o preset para la región que se va a estudiar, y posteriormente se harán ajustes de acuerdo con el hábito del paciente y la patología encontrada.

Exploración bidimensional

El estudio de ecografía Doppler vascular comienza siempre con la imagen bidimensional del vaso. Este se debe analizar tanto en vistas transversales como longitudinales a lo largo de toda la estructura.

La imagen bidimensional permite la localización anatómica del vaso y su relación con las estructuras circundantes; la distinción entre arteria y vena; la evaluación de trombosis mediante maniobras de compresión/descompresión; y la caracterización morfológica del vaso y su pared (1).

La calidad de la imagen obtenida depende principalmente de la profundidad del vaso evaluado; cuanto menor profundidad se utilice con respecto a la estructura de interés mayor será la calidad de la imagen. También influyen otros factores como el grado de calcificación parietal y la presencia de edema intersticial o dermatoesclerosis en miembros, que distorsionan la visión de las estructuras más profundas.

Además, para obtener una buena calidad de imagen, también se deben tener en cuenta:

- Relación señal-ruido
- Resolución espacial (axial y lateral)
- Resolución de contraste
- Resolución temporal (*frame rate*)
- Capacidad de penetración.

Doppler color

El Doppler color (DC) nos indica la presencia, la dirección y las características del flujo sanguíneo (laminar o turbulento) y permite una estimación cualitativa del grado de estenosis. Combina la imagen bidimensional con información del flujo en el interior del vaso evaluado. El código de color depende de la dirección y de la velocidad media de la sangre (2). Como utiliza los mismos principios básicos que el Doppler pulsado (DP), si la velocidad del flujo supera el límite de Nyquist, se evidencia "aliasing" o turbulencia en el color. Según la región explorada, se ajustará la escala del color de manera tal que el flujo se muestre laminar en zonas normales y turbulento en donde exista disminución de la luz vascular con su respectivo incremento de velocidad. En cuanto a la ganancia, será adecuada cuando el color alcance las paredes del vaso, sin sobrepasarlas (3).

Doppler espectral: ángulo de insonación

El Doppler pulsado o espectral se utiliza para medir las velocidades del flujo sanguíneo, velocidad pico sistólica y velocidad diastólica, y también el análisis de la morfología espectral. Con esta información se podrá determinar el grado de severidad de una estenosis. El volumen de muestra debe colocarse en el centro del vaso y paralelo a sus paredes en ausencia de estenosis significativa. En caso de sospechar esta última, deberá colocarse paralelo a la dirección del flujo y en el sitio de máxima estrechez. Es de suma importancia tener en cuenta el ángulo de insonación ya que es esencial para medir correctamente las velocidades. El ángulo de insonación (o de incidencia) es el ángulo entre el haz de ultrasonido y el vector del flujo. Tanto en el DP como en el DC, el ángulo de insonación debe ser igual a 60° o menor (normalmente entre 45 y 60°) para evitar errores de sobreestimación de velocidades; por lo tanto, se sugiere –con el fin de mayor reproducibilidad– el uso de un ángulo de 60° siempre que sea posible (4).

Doppler de potencia o "angio-power"

Esta técnica se basa en la medición de la energía o potencia de la señal Doppler, en lugar de medir el cambio de frecuencia como el Doppler espectral o color.

Es tres veces más sensible que el DC para la detección de flujo y es independiente del ángulo, pero no provee información acerca de la velocidad ni de la dirección del flujo (5).

Flujo normal y patológico. Caracterización de flujos. Evaluación de estenosis arteriales

Una onda Doppler normal de una arteria periférica representa un flujo laminar con una onda espectral bien definida y distribución armónica de las velocidades de las células sanguíneas.

Las ondas espectrales se clasifican en:

Ondas de baja resistencia: presentan flujo continuo durante la diástole. Se encuentran en lechos con arteriolas de resistencia dilatadas o cuando existe contigüidad con circuitos de baja resistencia (carótida interna, arterias renales).

Ondas de moderada resistencia: presentan velocidad pico sistólica (VPS) alta y escaso flujo diastólico p. ej., arteria carótida externa).

Ondas de alta resistencia: presentan flujo anterógrado limitado durante la diástole, normalmente trifásicas (p. ej. arteria periférica muscular).

Las características de la onda espectral en presencia de una estenosis arterial son:

- VPS elevada en el sitio de la estenosis,
- velocidad telediastólica o de fin de diástole (VFD) elevada (esto fundamentalmente en los vasos de baja resistencia),
- elevada relación de la VPS entre el sitio de estenosis con respecto a la VPS del segmento previo (índice de velocidad pico sistólico),
- solapamiento de color,
- ensanchamiento espectral de la onda Doppler,
- flujo de características posestenóticas,
- turbulencia posestenótica,
- retardo del tiempo de aceleración al pico sistólico.

Las mediciones de velocidad Doppler son los principales indicadores para evaluar y cuantificar el grado de estenosis en eco Doppler vascular (VPS e índice de VPS estenosis/preestenosis), siempre y cuando se cumpla con la premisa de que el ángulo de insonación sea de entre 45 y 60° (preferentemente 60° para tener reproducibilidad en cada estudio) (3).

5. ARTERIAS CARÓTIDAS

Examen normal

El estudio se realizará con un transductor lineal de alta frecuencia, en general utilizando un seteo para arterias carótidas o eventualmente arterial. El examen explorará el sistema carotídeo de ambos lados, inicialmente en modo bidimensional (B) tanto en forma longitudinal como transversal de las arterias subclavias, tronco braquiocefálico, vertebral, carótida común (ACC), bifurcación carotídea, arteria carótida externa (ACE) y carótida interna (ACI), lo más distal que sea posible.

Espesor miointimal (EMI)

Para su medición se debe realizar una serie de ajustes técnicos. Debemos poner el foco a una profundidad de 30-40 mm, *frame rate* entre 15-25 Hz, y mejorar la ganancia para lograr nuestra mejor imagen. Debe medirse en el tiempo diastólico del ciclo cardíaco y sobre una vista longitudinal de la arteria carótida común (ACC), con la mejor interfase lumen-íntima y media-adventicia. El sitio elegido para la medición está en la pared posterior de la ACC a menos de 5 mm del comienzo del bulbo carotídeo, el cual debe estar libre de placas ateroscleróticas. Las nuevas tecnologías ofrecen hoy mediciones automáticas o semiautomáticas, donde se realizan alrededor de 150-200 mediciones a lo largo de 10 mm del segmento arterial. Estas mediciones, tanto manuales como semiautomáticas o automáticas, deberían ser tres y luego informar un promedio.

El EMI progresa con el incremento de la edad y con todos los factores de riesgo CV conocidos. Asimismo, los valores del EMI en varones son mayores que en mujeres, como también el EMI de la carótida izquierda es mayor que el de la carótida derecha. Los valores de referencia difieren de un país a otro, y el valor de corte es motivo de controversias. La Sociedad Norteamericana de Ecocardiografía manifiesta que un valor de EMI \geq percentil 75 es indicativo de incremento del riesgo CV. La medición del EMI ha sido ampliamente utilizada en estudios de investigación clínica, así como también en la práctica clínica para la toma de decisiones sobre la valoración del riesgo CV. Hoy en día, esta medición no es recomendada por diversas sociedades científicas estadounidenses y europeas debido a las discrepancias en su metodología (6).

Recomendación

No se recomienda el rastreo sistemático del EMI por ecografía para la evaluación de riesgo cardiovascular. Recomendación de Clase III, Nivel de evidencia A.

Placas carotídeas

Por definición, las placas son estructuras focales que protruyen dentro de la luz arterial al menos 0,5 mm, o 50% comparado con el espesor de la pared adyacente, o demostrando un espesor mayor de 1,5 mm medido desde las interfaces íntima-lumen a media-adventicia (6).

El proceso de rastreo de placas requiere la evaluación del árbol arterial carotídeo a nivel cervical y visualización en eje longitudinal como en eje transversal. Deben informarse la localización, la extensión y el número de placas. Los sitios de mayor prevalencia de placas son la bifurcación carotídea y la porción proximal de la ACI.

Diferentes estudios han mostrado que la presencia de placa aterosclerótica es predictora de eventos CV con mayor especificidad que el EMI. Así también la caracterización de la placa puede tener implicancias en el riesgo de accidente cerebrovascular.

Recomendación

Se recomienda la detección de presencia de placa aterosclerótica por ecografía como modificadora del riesgo en la evaluación del riesgo cardiovascular. Recomendación de Clase II, Nivel de evidencia B.

Estenosis carotídea. El eco 2D Doppler color es ampliamente utilizado como primera aproximación a la estratificación del porcentaje de obstrucción arterial. Una correcta optimización y valoración, con el empleo a veces de otras técnicas como el angio-power, el Doppler transcraneal y/o el flujo de la arteria oftálmica, nos permite aproximarnos a una correcta valoración, tanto de las estenosis como de las obstrucciones totales. La ventaja que nos ofrecen las distintas herramientas del ultrasonido es la posibilidad de valorar la obstrucción desde su morfología como también su comportamiento hemodinámico. Para lesiones menores del 50% es de mayor importancia la descripción morfológica de las placas, su extensión y composición que su repercusión hemodinámica. En cambio, en lesiones mayores del 50%, a la descripción morfológica se suma la valoración hemodinámica, la cual nos dará la mayor aproximación al grado de obstrucción arterial. Cabe recordar que la sola utilización de la VPS como parámetro de estratificación único no es fiable. Sabemos que, a mayor grado de estenosis, mayor VPS como ocurre en obstrucciones mayores del 50%. Pero, cuando nos acercamos a obstrucciones críticas o “sub-oclusión”, la VPS puede disminuir y tener valores similares a una estenosis del 60% (Curva de Spencer). Por eso se recomienda la utilización de los múltiples parámetros de cuantificación (7).

Actualmente se han incorporado nuevos criterios para la establecer los grados de estenosis carotídea. Se agregó la valoración de la VPS posestenosis así como también la presencia de flujo colateral a nivel de los vasos intracerebrales (arteria cerebral media y arteria oftálmica), con el fin de incrementar la fiabilidad en los valores de estenosis de mayor grado (>70%) donde la escala utilizada anteriormente no permite diferenciar entre una estenosis del 70% y una del 90%. El grado de reducción de la velocidad del flujo posestenosis (como resultado de la reducción del volumen de flujo) ayuda a diferenciar entre una estenosis del 70% y una estenosis del 80-90%, una diferenciación no factible basada solamente en la VPS en el lugar de estenosis (Tabla 1) (5).

También, para evitar errores en las mediciones ante situaciones hemodinámicas diferentes (p. ej., bajo o alto gasto cardíaco, estenosis aórtica severa), se sugiere integrar todos los valores obtenidos.

Tabla 1. Criterios combinados para definir el grado de estenosis carotídea

% Obstrucción	VPS	VFD	Ratio posestenosis	VPS	Circulación colateral (polígono de Willis / arteria Oftálmica)
Normal	<125 cm/s	<40 cm/s	< 2	–	–
0-49% con placa	<125 cm/s	<40 cm/s	< 2	–	–
≥50%	>125 cm/s	>40 cm/s	> 2	–	–
≥60%	>125 cm/s	<100 cm/s	> 3	–	–
≥70%	>240 cm/s	>100 cm/s	> 4	≥50 cm/s	+/-
≥80%	>370 cm/s	>100 cm/s	> 4	<50 cm/s	+
≥90%	>400 cm/s	>100 cm/s	> 5	<30 cm/s	++
Oclusión total	–	–	–	–	+++

Oclusión de la arteria carótida. Es el paso final del proceso de obstrucción por una placa de aterosclerosis, que puede darse en forma gradual, crecimiento y obstrucción, o por inestabilidad de una placa local con trombosis local, o por un proceso embólico. Por medio del eco Doppler podemos demostrar la ausencia de flujo y la presencia de placa y/o trombo oclusivo. También se pueden identificar signos indirectos de oclusión de la ACI como son la presencia de flujo de alta resistencia con baja velocidad a nivel de la ACC (pulso *parvus*), y la inversión del flujo a nivel de la arteria oftálmica homolateral. En algunos casos es posible observar la [internalización del flujo] a nivel de la ACE homolateral (flujo similar a la ACI) que generaría una confusión en el operador.

Seguimiento posendarterectomía carotídea

Hasta los 2 años de la endarterectomía carotídea, la reestenosis es generalmente atribuible a una hiperplasia neointimal con acumulación de células musculares lisas y tejido fibroso. Luego de los 2 años, la reestenosis es generalmente causada por aterosclerosis recurrente con un incremento de la infiltración de macrófagos, calcificación y núcleo lipídico parecido a la placa primaria con mayor riesgo de ACV (Tabla 2) (8). Cabe recordar que una placa isoecogénica, concéntrica, es en favor de la hiperplasia neointimal.

Tabla 2. Cuantificación de la reestenosis posendarterectomía con parche

Reestenosis	VPS	VFD	Relación
>30%*	>155 cm/s	>41 cm/s	>1,64
>50%	>213 cm/s	>60 cm/s	>2,25
>70%	>274 cm/s	>80 cm/s	>3,35

* En toda clasificación actual, las estenosis son medibles desde la duplicación de velocidades para > 50%; en el caso de endarterectomía se considera con aval bibliográfico dicho criterio.

Seguimiento luego de la angioplastia con stent carotídeo

Sobre la base de algunos informes, la presencia de *stent* carotídeo generaría una disminución de la distensibilidad (*compliance*) de la pared vascular con lo que se generaría un aumento de la velocidad pico sin presencia de reestenosis. Por lo tanto, se ha acordado que los valores de corte para indicar reestenosis son velocidades mayores comparadas con obstrucciones sobre un vaso nativo. A partir de la literatura disponible, una VPS entre 300-350 cm/s y una relación VPS *stent* carotídeo con VPS en carótida común >4-4,5 puede ser usada con buena sensibilidad para diagnosticar reestenosis *intrastent*. En la Tabla 3 se observan los diferentes valores con sus respectivos porcentajes de obstrucción (9).

Tabla 3. Reestenosis *intrastent*

Reestenosis	VPS	VFD	Relación
≥30%*	>150 cm/s	>42 cm/s	1,5 a 2,5
≥50%	>220 cm/s	>88 cm/s	2,7 a 3,4
≥80%	>320 cm/s	>119 cm/s	4,1 a 4,5

* En toda clasificación actual, las estenosis son medibles desde la duplicación de velocidades para > 50%; en el caso de stent se considera con aval bibliográfico dicho criterio.

6. ARTERIAS VERTEBRALES

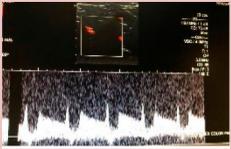
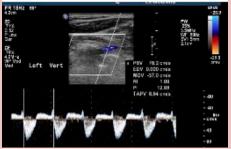
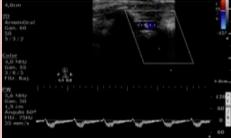
Para visualizar la AV se recomienda, en primer lugar, visualizar la ACC en vista longitudinal desde una aproximación anterior, luego deslizar el transductor hacia atrás hasta que se observen sectores del segmento V2 entre las sombras acústicas de los procesos transversos vertebrales. Después de obtener esta imagen en modo B, se debe explorar con DC para evaluar la dirección del flujo y luego el DP, para analizar la forma de la onda espectral y registrar la VPS. El flujo vertebral normal tiene dirección cefálica con patrón de baja resistencia. Los valores normales de VPS para V2 son variables: aproximadamente hasta 100 cm/s se considerará normal, aunque debe tenerse en cuenta la variabilidad de este parámetro (4,5).

Las variaciones espectrales cuantitativas, pero fundamentalmente las cualitativas, serán las que den la pista para el diagnóstico de la mayoría de los procesos patológicos.

El flujo pierde el patrón de baja resistencia en situaciones de obstrucción significativa a nivel intracraneal, mientras que la inversión del flujo debe hacer pensar en arteriopatía significativa de la arteria subclavia homolateral (10).

Según el grado de obstrucción de la arteria subclavia proximal a la emergencia de la arteria vertebral será el impacto que tendrá en la circulación vertebral (Tabla 4).

Tabla 4. Tipos de robo de subclavia y correlación con el flujo vertebral

Tipo de robo	Descripción del flujo vertebral	% de obstrucción de la arteria subclavia	Onda espectral Doppler
Tipo 1 (latente)	Anterógrado con desaceleración mesosistólica ("signo del conejo")	50-70%	
Tipo 2 (parcial)	Bifásico (retrógrado en sístole y anterógrado en diástole)	70-90%	
Tipo 3 (total)	Retrógrado en todo el ciclo cardíaco	>90% u oclusión total	

7. ARTERIAS Y VENAS DE MIEMBROS SUPERIORES

Protocolo de estudio

La exploración bidimensional se iniciará desde el lado derecho explorando el tronco braquiocefálico (TBC), luego la arteria subclavia y en el hueco axilar, donde se visualiza la arteria homónima, para continuar con el abordaje a nivel del brazo por la arteria braquial o humeral hasta aproximadamente el pliegue del codo, donde se identifica la división en arterias radial y cubital, para terminar la exploración del miembro superior a nivel de la muñeca, en los segmentos distales de las últimas arterias mencionadas.

La exploración del miembro superior izquierdo es exactamente igual a la del derecho, con la salvedad de que no siempre se podrá identificar el origen de la arteria subclavia (ASC) dada la profundidad a la que se encuentra el cayado aórtico para su correcta evaluación con el transductor lineal de alta frecuencia (7,5-10 MHz); ante la sospecha de patología en dicho nivel se puede intentar explorar su nacimiento con el transductor sectorial (2-5 MHz). El patrón de flujo normal al explorar las arterias de los miembros superiores es trifásico.

Estenosis

La enfermedad aterosclerótica de las extremidades superiores se sitúa mayoritariamente a nivel del tronco arterial braquiocefálico, las arterias subclavias y arterias axilares. Las lesiones distales generalmente se relacionan con afectación no aterosclerótica.

La severidad de la estenosis se evalúa por sus consecuencias hemodinámicas y no por la apariencia morfológica; la morfología de la onda, el tiempo de aceleración y el índice de velocidad sistólica, junto con las características de los flujos en lechos distales a los sospechados de estenosis, son la piedra angular (Tabla 1) (4,5).

Tabla 1. Graduación de severidad de las lesiones estenóticas de la arteria subclavia

Severidad de la estenosis	Doppler intra-estenosis	Doppler proximal estenosis	Doppler distal estenosis	Ratio
Leve <50%	Trifásico	Normal	Normal	<2
Moderada 50-70%	Monofásico con pérdida del componente diastólico reverso	Normal	Turbulencia Reducción de la pulsatilidad	2- 3,9
Severa >70%	Monofásico Flujo diastólico anterógrado con incremento de la VFD	Puede existir leve reducción de la amplitud	Marcada turbulencia Retardo del tiempo de aceleración > 100 ms	≥4
Oclusión 100%	Sin detección de flujo	Onda bifásica con componente retrógrado de choque	Amplitud muy disminuida Complejos pequeños con baja VPS	–

VPS: velocidad pico sistólica; VFD: velocidad de fin de diástole; Ratio = VPS estenosis/VPS preestenosis.

Aneurisma de miembro superior

Los aneurismas son dilataciones anormales de la pared de los vasos sanguíneos causados por un gran número de factores (aterosclerosis, traumatismo, infección y vasculitis); su diagnóstico corresponde a un aumento del calibre del vaso arterial mayor de 1,5 veces el tamaño considerado normal o un valor normal previo a la dilatación. Los aneurismas de MM.SS. son infrecuentes (<1% de todos los aneurismas periféricos) (11).

Las complicaciones más frecuentes son fenómenos tromboembólicos y la ruptura del saco. Los pseudoaneurismas también tienen baja prevalencia y están relacionados con procesos iatrogénicos en relación con procedimientos endovasculares, traumatismos repetitivos e infecciones (11).

La mayoría de los aneurismas del MS se localizan en la arteria subclavia. Pueden ser clasificados en proximales (lesiones degenerativas o ateroscleróticas) y distales (lesiones posestenóticas secundarias a contusiones, síndrome de opérculo torácico (SOT)/arterias aberrantes).

Por medio del US podemos llevar a cabo la medición de los diámetros, la morfología del saco aneurismático, la identificación del cuello, la detección de posibles complicaciones y las relaciones anatómicas.

Síndrome del opérculo torácico

El síndrome del opérculo torácico hace referencia a un conjunto de signos y síntomas producidos por la compresión posicional, continua o intermitente, del plexo braquial y/o de la arteria y vena subclavia. El compromiso puede observarse a nivel nervioso, abarcando el 85-90% de los casos. El 10-15% del resto de los casos corresponde al paquete vascular (más frecuente el venoso).

Eco Doppler: constituye el estudio de elección para poner de manifiesto la presencia de una compresión vascular. Se deben realizar maniobras posturales con la finalidad de generar la compresión del paquete vascular y observar la caída de flujo distal a ella, por ejemplo, a nivel de la arteria braquial distal.

Para su realización, el paciente deberá colocarse en posición supina con brazo neutral. A continuación, colocar el transductor a nivel de la arteria subclavia y evaluar las características del flujo; luego se abducirá el brazo del paciente que está siendo explorado en 90°, 135° y 180° obteniendo la señal espectral por Doppler pulsado a nivel distal y poder evaluar si existen cambios dinámicos del flujo arterial. Finalmente se repetirá la evaluación con una extensión máxima del MS. Una forma de sensibilizar la prueba, con la finalidad de contraer los músculos escalenos, es generar una flexión lateral de la cabeza hacia el lado afectado (12). Se considera positivo cuando se evidencian una caída significativa del flujo y cambios en sus características con una onda monofásica posobstruccion; en algunos casos puede observarse la pérdida total de la señal y la presencia de síntomas.

Recomendación

Se recomienda realizar maniobras de provocación y sensibilización con ultrasonido en caso de sospecha de síndrome de opérculo torácico. Recomendación de Clase I, Nivel de evidencia C.

Trombosis venosa de miembro superior

La trombosis venosa profunda (TVP) de los miembros superiores corresponde al 4-10% de todas las trombosis venosas. Suele estar más relacionada con causas iatrogénicas que primarias, a partir del aumento de la utilización de catéteres, vías periféricas, centrales e implante de dispositivos como marcapasos/resincronizadores y cardiodesfibriladores (13).

El diagnóstico se debe basar en la sospecha clínica y luego en la confirmación por métodos de imágenes. La compresión con ultrasonido tiene una sensibilidad del 97% y una especificidad del 96% aproximadamente para la detección de trombos (13).

Por una cuestión anatómica, la compresión venosa no es posible en el territorio proximal de las venas subclavias o de los confluente braquiocefálicos, así que se evidencia una franca caída de la eficacia del método en estas localizaciones. Se sugiere en esta situación utilizar modos color o bien el Doppler pulsado, para valorar la permeabilidad de los vasos y las características del flujo venoso que podrán sugerir la presencia de trombosis (pérdida de la fascicidad respiratoria y otros).

8. FÍSTULAS ARTERIOVENOSAS PARA HEMODIÁLISIS

Las fístulas arteriovenosas (FAV) para hemodiálisis se clasifican en FAV nativas propiamente dichas con unión arteriovenosa y fístula con injerto protésico de dacrón o de politetrafluoroetileno expandido (EPTFE).

Una vez realizado el acceso vascular, la porción venosa recibirá entre 600 y 700 punciones por año con agujas de calibre 15G, 16G o 17G, con la consecuencia que esto significa en daño cutáneo, de la pared de la vena y del estrés endotelial.

Objetivos del estudio de US en la FAV

- Mapeo de venas y arterias previo a la confección del acceso vascular.
- Determinar la permeabilidad y flujo adecuado para el acceso vascular de hemodiálisis (FAV o prótesis arteriovenosa [PAV]).
- Diagnóstico precoz de posibles complicaciones (estenosis, trombosis, otras)
- Evaluación de FAV ante inmadurez prolongada (>6 semanas) de una fístula creada quirúrgicamente.

Con respecto a las contraindicaciones para la evaluación de una FAV por US deberá tenerse en cuenta la presencia de heridas abiertas o vendajes/apósitos cubriendo las heridas. Por otro lado, será una limitante para su adecuada valoración la presencia de extensa sombra acústica por calcificación (14).

Exploración normal de una FAV

Por lo general, el paciente se colocará en posición supina, con el MS relajado y separado del cuerpo, y el área para examinar más cercana al ecografista. Habitualmente se requiere un transductor lineal de frecuencias altas, de 5 a 10 MHz.

Protocolo de exploración previo a la confección del acceso vascular: se debe considerar estándar la evaluación completa mediante los distintos modos del US de las venas y arterias de ambos antebrazos, brazos, región axilar, subclavia y confluente yugulosubclavio. Se deben informar los diámetros de las arterias y venas y la profundidad a la que se encuentran. La sugerencia para realizar un acceso vascular en la vena cefálica a nivel de la muñeca es un diámetro superior a 2,5 mm y, a la altura del codo, superior a 3 mm. Se recomienda evaluar la distensibilidad de la vena colocando un lazo por encima de la zona examinada. La evaluación de las arterias debe considerar un diámetro óptimo al superior a 2 mm (14,15).

Protocolo de exploración de la FAV o PAV: se sugiere explorar cada segmento visible de la FAV:

1. Arteria aferente
2. Anastomosis
3. Vena de salida
4. Interposición protésica
5. Tejidos y colecciones perivasculares y periprotésicos.

En cada segmento evaluado se debe determinar la permeabilidad de las estructuras, caracterizar el flujo y tener en cuenta que las FAV se caracterizan por flujos de alta velocidad y arterialización del flujo venoso. Considerando esto, será importante ajustar el límite de Nyquist en el DC a fin de “desaturar” la imagen de mosaico y que las zonas de turbulencia y altas velocidades puedan discriminarse de las zonas de flujo de baja velocidad y laminar.

Se recomienda valorar exhaustivamente las características del flujo en los siguientes sitios: arteria de entrada (2 cm cefálico respecto de la anastomosis), anastomosis y vena de salida. El objetivo será identificar sitios de estenosis; deben consignarse las velocidades inmediatas previas a la estenosis y la detección de calcificaciones, aneurismas o pseudoaneurismas. Además, uno de los puntos clave de esta valoración es poder determinar la maduración de la fistula (15).

Arteria de entrada: la cuantificación del volumen minuto (VM) del flujo de la FAV se realiza a 2 cm cefálico a la anastomosis. Se deberá obtener el diámetro de esta en modo B. A continuación, optimizar la ventana espectral y obtener la integral de velocidad media; para su valoración se sugiere ampliar el volumen de muestra del DP hasta alcanzar todo el calibre del vaso y promediar 3 mediciones en este nivel.

Un flujo <500 mL/min en una FAV y <600 mL/min en una prótesis (PAV) expresan disminución del flujo o hipoflujo. Esto debe ser correlacionado con la clínica y el examen físico del paciente para definir una conducta intervencionista.

Anastomosis arteriovenosa: incluye la exploración del extremo de la arteria aferente y la vena eferente. Obtener medidas de diámetro transversal en la imagen en modo B en la vena eferente a nivel proximal, medio y distal. Medir el volumen de flujo, aproximadamente 2 cm distal a la FAV (se debe realizar sobre el sector venoso, ya que corresponde al sitio de punción); si es posible, también medir a nivel arterial e informar ambas mediciones.

Los criterios de maduración de una FAV nativa son: 1) un diámetro mayor de 4 mm y 2) un flujo sanguíneo mayor de 500 mL/min.

Estenosis: la estenosis se considera significativa a lo largo de la vena eferente cuando la VPS se duplica en segmentos contiguos. Se debe evaluar el flujo venoso hasta la vena subclavia, así como también el flujo venoso en la vena cefálica y basílica hasta sus respectivas confluencias con el sistema venoso profundo. Los criterios diagnósticos de estenosis a nivel de una FAV se describen a continuación en la Tabla 1 (14,15).

Tabla 1. Criterios diagnósticos de estenosis significativa a nivel de una FAV

REDUCCIÓN DE LA LUZ VASCULAR IGUAL O MAYOR DEL 50% (EL MÁS RELEVANTE)
VELOCIDAD DE PICO SISTÓLICA MAYOR DE 400 cm/s, NO VALORABLE EN ZONA DE ANASTOMOSIS
COCIENTE ENTRE VPS EN ZONA DE ESTENOSIS SOBRE ZONA PREESTENÓTICA MAYOR de 2
REDUCCIÓN DEL FLUJO SANGUÍNEO A NIVEL ARTERIAL MENOR DE 500 mL/min EN FAVn y 600 mL/min EN FAVp
FENÓMENO DE ALIASING O FLUJO TURBULENTO
ONDA DOPPLER DE ALTA RESISTENCIA, IR >0,6
REDUCCIÓN DE FLUJO

En caso de injerto o prótesis arteriovenosa (PAV), la exploración deberá incluir la evaluación de la arteria aferente, la anastomosis arterial, el cuerpo del injerto, la anastomosis venosa y la vena eferente de la misma forma descrita para la valoración de una FAV nativa. En caso de PAV, tener en cuenta que las medidas de volumen de flujo se obtienen del lado arterial y venoso de un injerto de asa y dentro de la porción media de un injerto recto.

Vena de salida o eferente: obtener la VPS y VFD 2 cm distales a la anastomosis venosa. Asimismo, obtener la medición del diámetro en la imagen en modo B. Tener en cuenta las eventuales áreas de estrechamiento o anormalidad.

Puntos clave

- Criterios de maduración de FAV nativa para considerar: diámetro mayor de 4 mm y flujo sanguíneo >500 mL/minuto.
- La estenosis se considera significativa a lo largo de la vena eferente cuando la VPS se duplica en segmentos contiguos.

9. AORTA ABDOMINAL Y ARTERIAS ILÍACAS

Ajustes técnicos y protocolo de estudio

La evaluación de la aorta abdominal (AA) puede realizarse con un transductor de baja frecuencia; son útiles tanto el convex de 3-5 MHz como el de 2-3 MHz. La exploración de las arterias ilíacas externas en su sector más distal puede realizarse con un transductor lineal de 5-10 MHz (5).

Se recomienda para la realización del estudio un ayuno de por lo menos 6 horas y un máximo de 12 horas.

El examen comienza con el transductor ubicado en posición subcostal. La AA debe ser escaneada progresivamente, transversal y longitudinalmente desde el diafragma hasta la bifurcación aortoiliaca y debe ser medida en una vista transversal, con el haz del transductor perpendicular al eje mayor de la AA. Los diámetros deben ser medidos de adventicia a adventicia. La medición del diámetro anteroposterior es más exacta que la del diámetro transverso, ya que la perpendicularidad del ultrasonido confiere una vista más precisa. Los vasos ilíacos se evalúan indirectamente a través del análisis de la morfología de la onda espectral Doppler en la arteria femoral común (AFC). Una onda espectral trifásica evaluada por DP en la AFC excluye una estenosis severa homolateral del eje ilíaco. Si la anatomía es favorable, se recomienda combinar la evaluación de la morfología de la onda de la AFC con el examen directo. La secuencia de adquisición de imágenes incluye la evaluación de la aorta abdominal, la bifurcación aórtica, las arterias ilíacas comunes, la bifurcación ilíaca, las arterias ilíacas externas y las uniones iliofemorales.

El diámetro de la AA no supera los 2 cm en su porción más distal y se considera dilatada cuando presenta un diámetro igual a 3 cm o mayor (16).

El análisis del Doppler espectral de la AA muestra un flujo trifásico al igual que las arterias ilíacas primitivas, internas y externas.

Recomendaciones

- Se recomienda la medición del diámetro anteroposterior de la aorta abdominal de adventicia a adventicia con el haz de ultrasonido perpendicular al eje mayor de la AA. Recomendación de Clase I, Nivel de evidencia B.

Aneurisma de aorta abdominal

Se define como aneurisma de aorta abdominal (AAA) un aumento del 50% del tamaño considerado normal, o cuando el diámetro transverso máximo medido desde adventicia a adventicia es > 30 mm (16).

En lo que respecta a la pesquisa de AAA según lo recomendado por las diferentes sociedades científicas, tiene indicación de búsqueda sistemática mediante US en pacientes (*Recomendación de Clase I, Nivel de evidencia B*) (17):

- Varones > 65 años.
- Mujeres > 65 años con antecedente presente o pasado de TBQ.
- Personas > 65 años con antecedentes familiares de AAA.
- Portadores de aneurisma de otra localización.

En virtud de su sencillez e inocuidad, nuestro grupo de trabajo sugiere la búsqueda oportunista del AAA en personas que se realicen un ecocardiograma por otro motivo y presentan alguna de las características previamente mencionadas.

Una vez detectado el AAA se deberán describir, además del diámetro máximo medido, las siguientes características:

- Localización: infrarrenal (más del 90%), suprarrenal o yuxtarenal.
- Forma: fusiforme vs. sacular (asociados a mayor chance de ruptura).
- Presencia de trombo, su extensión circunferencial y presencia de placas.
- Presencia de aneurisma ilíaco (diámetro > 18 mm), presente en el 25% de los AAA (5,16).

Diseción

La diseción de AA suele presentarse en contexto de una diseción aórtica Tipo A o B de la clasificación de Stanford o Tipo 1 o 3, según la clasificación de Bakey (16).

La descripción ecográfica incluirá el diámetro de la aorta, la extensión de la diseción, presencia de flujo en la verdadera y en la falsa luz y caracterización de la hoja de diseción. El engrosamiento del colgajo (*flap*) intimal como la trombosis de la falsa luz orienta a evolución más crónica de la diseción. En pacientes muy sintomáticos o inestables, la detección de derrame pleural o de líquido libre en la cavidad peritoneal pueden indicar ruptura aórtica.

Estenosis y oclusión

La estenosis focal o la oclusión de la AA infrarrenal o ambas se manifiestan como el síndrome de Leriche, con la tríada clásica de claudicación de músculos glúteos, ausencia de pulsos femorales y disfunción eréctil.

La detección de señales espectrales monofásicas bilateralmente a nivel de las arterias femorales comunes constituye el principal signo indirecto que hace sospechar la presencia de obstrucción severa vs. oclusión aórtica vs. arteriopatía ilíaca bilateral.

Los criterios usados para definir porcentajes de estenosis son los mismos que los utilizados para estenosis arteriales en miembros inferiores (MM.II.).

Evaluación de los pacientes con AAA intervenidos por cirugía o endoprótesis

El seguimiento de los pacientes intervenidos a cielo abierto será fundamentalmente clínico. En caso de presentar síntomas se realizará valoración por imágenes de acuerdo con la disponibilidad. En pacientes asintomáticos se recomienda realizar cada 5 años un eco Doppler arterial de MM.II. incluyendo la exploración de las anastomosis distales.

En el seguimiento de los pacientes intervenidos por endoprótesis aórticas será obligatoria la valoración por angio-TC multicorte en tiempo arterial y venoso al 1.º, 6.º y 12.º mes posintervención, en busca de datos de dilatación del saco aneurismático teóricamente excluido y de endofugas. Las endofugas o *endoleaks* corresponden a extravasaciones de sangre detectables en el saco aneurismático.

Las endofugas se clasifican en 5 tipos: tipo 1: extravasaciones en los extremos de la endoprótesis (1 a: superior y 1 b: inferior); tipo 2: extravasación a expensas de aferencias de sangre de arterias lumbares, mesentéricas o polares hacia el saco aneurismático; tipo 3: extravasación entre sectores de las prótesis; tipo 4: extravasación a través de porosidades del material protésico y tipo 5 en las cuales se constata una dilatación del saco aneurismático sin detección de fuga de sangre (5), el cual se cree secundario a mecanismo de endotensión o, más probablemente, secundario a aferencias vasculares.

Recomendaciones

Al realizar un US para valorar la presencia de endofugas se recomienda utilizar escalas de Doppler color de baja velocidad o angio-power, que aumenta la sensibilidad de la técnica para su detección. Recomendación de Clase I, Nivel de evidencia C.

La valoración ultrasonográfica de los pacientes tratados con endoprótesis aórtica deberá incluir:

- Descripción de la prótesis (bifurcada o no).
- Permeabilidad de la prótesis.
- Detección de flujos dentro del saco aneurismático o endofugas.
- Tamaño del saco aneurismático residual.

10. ARTERIAS RENALES

La ecografía Doppler vascular renal es el estudio con US de las arterias renales derecha, izquierda y aorta abdominal. Presenta una sensibilidad y especificidad de más del 90% para el diagnóstico de estenosis > 60% (estenosis hemodinámicamente significativas) (18).

Para el estudio, al igual que para la exploración de la aorta abdominal, se sugiere que el paciente presente un ayuno de al menos 6-8 horas.

Evaluación de las arterias renales

La exploración ecográfica de las arterias renales debe iniciarse con la localización de la AA proximal, justo por debajo del apéndice xifoides. Colocando la muesca del transductor hacia el brazo derecho del paciente, la arteria renal derecha (ARD) se ubicará a la derecha del monitor, y la arteria renal izquierda (ARI) a la izquierda de este. Así encontraremos la ARD en “hora 11” y la arteria mesentérica superior (AMS) en “hora 12”; generalmente 1 cm por debajo, en hora 5, se hallará la ARI.

El flujo normal de las arterias renales presenta baja resistencia. Las mediciones para caracterizar el flujo se describen en la Tabla 1 (5, 17, 18).

Tabla 1. Mediciones que se realizan para la valoración del flujo en las arterias renales por eco Doppler

Parámetros	Valor normal	Sitio de medición
VPS	<250 cm/s	Arteria renal
Tiempo de aceleración	<0,07 s	Flujo intrarrenal
Índice de resistencia	<0,75	Flujo intrarrenal

VPS: velocidad pico sistólica.

Estenosis de arteria renal

Se debe a un engrosamiento de la pared arterial por depósitos de lípidos (aterosclerosis), o de material fibroso (displasia fibromuscular, DFM). La aterosclerosis representa un 90% de los casos de estenosis renal (18); en estos casos, la localización de la obstrucción está a nivel proximal (*ostium*).

La DFM constituye el 10% restante de los pacientes con estenosis renal. La DFM se presenta en una localización medial/distal en la arteria, próxima al parénquima. Afecta a pacientes jóvenes, predominantemente mujeres (relación 2:1).

Evaluación ultrasonográfica de la estenosis de arteria renal

1) A nivel de la arteria renal

- **Flujo en la arteria renal:** en el sitio de la estenosis se encuentra un flujo turbulento, con aumento de la VPS (> 250 cm/s). Estos valores indican estenosis mayores del 60% (estenosis hemodinámicamente significativas), aunque su valor aislado tiene una baja especificidad para el diagnóstico dado por el efecto de ángulos y aceleración Doppler por curvaturas. Algunos laboratorios usan índices más altos de velocidad pico sistólica > 285 cm/s para aumentar la especificidad. En todo caso en el que las velocidades estén aumentadas, el retardo del tiempo al pico sistólico distal es de ayuda para la confirmación de una estenosis $>60\%$.
- **Índice renoaórtico** $>3,5$ (18, 19).

2) A nivel del riñón

- Tiempo de aceleración (TAc): un TAc > 70 ms se considera anormal y sugiere estenosis renal $>60\%$. Algunos autores toman un TAc >100 ms como punto de corte para estenosis significativa (aumenta la especificidad).
- Índice de resistencia renal (IRR): un IRR aumentado ($>0,75$) representa un aumento de la resistencia microvascular, indicando la presencia de enfermedad generalizada del parénquima renal, además de identificar a pacientes con estenosis de la arteria renal que no son propensos a responder a la revascularización (18, 19).

3) Fenómeno tardus-parvus

Es una característica del flujo posestenótico de una estenosis. Se manifiesta con ausencia de pico sistólico inicial, TA prolongado (>70 ms) y un índice de aceleración <300 cm/s (18, 19).

Injerto renal

El eco Doppler del injerto renal desempeña un papel importante en el seguimiento del trasplante renal, junto con las variables clínicas, laboratorio y otros métodos diagnósticos que monitorean su evolución.

Es importante conocer el motivo de indicación de este, qué tipo de donante brindó el injerto (vivo relacionado, vivo no relacionado o cadavérico), tiempo de evolución del injerto y técnica quirúrgica detallada (20).

Habitualmente, el injerto se coloca en el abdomen, en el flanco derecho o izquierdo, extraperitoneal, anastomosado con los vasos ilíacos externos. Es importante saber cuántas arterias tiene el órgano donante ya que, si este es izquierdo, un 25% aproximadamente tiene más de una arteria nutricia. Cuando existan arterias accesorias, como polares, estas son relevantes dado que habitualmente irrigan tanto el parénquima renal como el aparato uroexcretor.

El interrogatorio del estudio se puede realizar con transductores de entre 2,5 y 5 MHz, con un presetado adecuado. El estudio se indica dentro de las 24 horas de realizado el trasplante y posteriormente según demanda. Se comienza la exploración midiendo el órgano y visualizando las partes blandas que lo circundan para ver si existen imágenes que sugieran quistes, abscesos, colecciones con sangre residual de la cirugía o incluso orina (urinoma) por lesión del aparato uroexcretor. También se evalúa el parénquima y la relación corteza/médula, así como la presencia de quistes intraparenquima (21).

Con la técnica DC y DP se valorará la irrigación del injerto a través de las tres arterias medulares, arterias corticales, arteria y vena del hilio renal, así como arteria y vena ilíaca externa donde habitualmente los vasos del órgano donante son anastomosados.

Mediante el análisis del flujo intraparenquimatoso se evalúa el índice de resistencia, signo muy sensible pero poco específico para evaluar rechazo; sin embargo, es de gran importancia su valor predictivo negativo. Este índice habitualmente está más incrementado en donantes vivos no relacionados y cadavéricos, pero también puede ser reflejo de las horas de isquemia que tiene el órgano al momento de ser implantado, o de alguna patología del parénquima renal. Su valor normal es $<0,75$, expresando cuánta diástole tiene el flujo con respecto a la sístole, o sea, evaluando la resistencia de las pequeñas arterias, que aumenta cuando el parénquima renal esté agredido (20,21).

El interrogatorio con DC permite investigar la presencia de FAV o pseudoaneurismas en el parénquima, complicaciones habituales de las biopsias de seguimiento que se realizan en el injerto.

También se deben explorar las anastomosis entre los vasos nativos y vasos del órgano donante, examinando el gradiente existente en la anastomosis del/de los vasos del injerto y los vasos del receptor para detectar la presencia de estenosis de la anastomosis o trombosis venosa, todas complicaciones que pueden provocar el fracaso del injerto (20, 21).

El interrogatorio Doppler por sí solo no debe definir conducta, ya que este presenta variabilidad interobservador e intraobservador y depende de la experiencia del profesional que realiza el estudio.

Puntos clave

- Evaluar con Doppler color la perfusión del órgano a fin de descartar una obstrucción total de la arteria nutricia del injerto.
- Descartar trombosis de la vena del hilio renal.
- Evaluar el índice de resistencia del injerto.
- Investigar si existe gradiente entre la anastomosis de la arteria ilíaca del receptor y la arteria del hilio renal del dador para estimar grado de estenosis.

11. ARTERIAS DE MIEMBROS INFERIORES

Índice tobillo-brazo: ITB

Es la relación entre la máxima presión medida a la altura del tobillo (en arteria tibial posterior o arteria pedia) dividida por la máxima presión medida en el brazo.

En pacientes normales, el índice tobillo-brazo (ITB) es > 1 , ya que la presión arterial sistólica del tobillo es más alta que la del brazo (debido a la amplificación progresiva de la onda del pulso a medida que se aleja del corazón).

En pacientes con enfermedad arterial periférica (EAP), el ITB disminuye. Un ITB $< 0,90$ tiene una sensibilidad del 75% y una especificidad del 86% para diagnosticar EAP (22).

Se recomienda complementar la información obtenida de los hallazgos del eco Doppler arterial de miembros inferiores con la medición de ITB, fundamentalmente en pacientes con múltiples lesiones o enfermedad arterial difusa de miembros inferiores para determinar el impacto funcional distal de la enfermedad. Recomendación de Clase I, Nivel de evidencia C.

Para la medición del ITB es necesario un dispositivo Doppler continuo (Doppler ciego) o una sonda de ultrasonido de frecuencias entre 5-8 MHz y un manguito de presión (5). Es necesario que el paciente descanse durante 5-10 minutos antes de la medición. El manguito de presión se coloca por encima del tobillo. Inicialmente se detectará la señal Doppler del segmento arterial explorado (arteria tibial posterior y arteria pedia de cada lado); a continuación, se insuflará el manguito-presión hasta que la señal desaparece y luego se desinfla lentamente hasta la reaparición de la señal Doppler; que indicará la presión sistólica máxima medida en ese segmento explorado. Esta maniobra debe repetirse bilateralmente y también a nivel del miembro superior.

El ITB debe calcularse para cada arteria evaluada, es decir, deberá dividirse la PA máxima medida en cada arteria pedia y tibial posterior de cada lado con respecto al valor más alto de PA máxima registrado entre ambos brazos. Se considera normal un valor de ITB entre 1 y 1,4 (5).

Al utilizar el ITB como un parámetro de seguimiento en pacientes con EAP establecida se debe tener en cuenta que, dada la variabilidad en la reproducibilidad de las mediciones, se considerará un cambio como significativo solo si excede $\pm 0,15$ (22).

Existen situaciones donde se produce un fenómeno de calcificación de la capa media arterial, fundamentalmente en pacientes con insuficiencia renal crónica y diabéticos, que determina no compresibilidad de las arterias del tobillo y determinará valores de ITB $> 1,4$ o no valorables. El valor pronóstico de estos valores es similar a valores por debajo de 0,9 y se sugiere que, en estas situaciones, se complemente la valoración con el índice dedo del pie-brazo (22).

Exploración normal

La exploración de la extremidad se hace segmento por segmento, comenzando desde arteria femoral común (AFC), origen de la arteria femoral profunda (AFP), femoral superficial (AFS), poplítea (PopA), tronco tibipero-neo, tibial anterior, posterior y peronea de ambos miembros.

En un examen normal, la forma de onda Doppler es trifásica desde las arterias ilíacas hasta el tobillo.

Aterosclerosis: los sitios más comunes de lesiones ateroscleróticas de la arteria femoral son la bifurcación femoral y el canal abductor. Las lesiones ateroscleróticas aparecen en las imágenes 2D como engrosamiento de la íntima media y placas. Las calcificaciones ateroscleróticas deben diferenciarse de la calcinosis arterial medial (CAM), que no es aterosclerótica.

La forma de la onda espectral y la VPS deben registrarse en los distintos segmentos arteriales, así como en cualquier área de anomalía, como también en el segmento arterial 2 a 4 cm proximal de cualquier estenosis.

Clasificación de la estenosis

La gravedad de la estenosis se evalúa por sus consecuencias hemodinámicas. Los parámetros para valorar será la VPS en el sitio de estenosis, la relación entre la VPS en el sitio de estenosis con respecto al segmento previo (criterios directos) y flujo distal a la estenosis (criterios indirectos) (Tabla 1) (4, 5, 23).

Tabla 1. Evaluación de estenosis en la EAMI

Estenosis %	Doppler a nivel de la estenosis	Ratio	Doppler distal a la estenosis
Sin estenosis	Onda trifásica VPS < 150 cm/s	<2	Normal
≤50% Estenosis leve	Onda trifásica VPS 150-200 cm/s	≤2	Normal
50-75% Estenosis moderada	Onda monofásica con pérdida del componente reverso del flujo	2-3.9	Onda monofásica Ligera reducción de la pulsatilidad
>75% Estenosis severa	VPS >380 cm/s	>4	Onda monofásica dampada (amortiguada) Retardo en el tiempo al pico sistólico (≥100 ms) Reducción de la pulsatilidad
Oclusión (100%)	Sin detección de flujo	–	Mayor aplanamiento del pico sistólico Onda monofásica

Vigilancia posrevascularización de arterias de miembros inferiores

Los objetivos al realizar un estudio eco Doppler arterial para la evaluación de un *by-pass* periférico o *stent* son: confirmar la permeabilidad del injerto o endoprótesis, identificar lesiones estenóticas nuevas o residuales, evaluar la posibilidad de trombosis y poder realizar seguimiento de aquellas lesiones que no han podido ser revascularizadas.

Los injertos de *by-pass* periférico pueden ser: vena autóloga (en general para injertos infrainguinales), o sintético: dacrón o politetrafluoroetileno (PTFE) (4).

Los *stents* se identificarán como una estructura hiperecogénica que será visualizada como una especie de malla o enrejado característico.

Con respecto a la exploración de un *by-pass* periférico, el examen ecográfico debe incluir la exploración de la anastomosis proximal, el cuerpo y el abocamiento distal de cada injerto. En general, son estructuras superficiales por lo que se sugiere realizar una ligera compresión a nivel del miembro inferior al explorar para no colapsar el conducto (24). De la misma manera se deben explorar los *stents* a lo largo de toda su extensión.

La onda espectral debe presentar características similares a un vaso nativo, permitiendo la identificación de una onda espectral trifásica o bifásica con velocidades entre 60 y 70 cm/s. El hallazgo de velocidades < 45 cm/s sugiere fracaso del injerto y es predictor de oclusión del *by-pass* (24).

Los criterios diagnósticos para identificar la presencia de una estenosis hemodinámicamente significativa se describen en la Tabla 2 (5, 25).

Se debe considerar además que generalmente, en presencia de un *stent*, la VPS se encontrará ligeramente aumentada con respecto a un vaso nativo dadas las características de la endoprótesis insertada (25).

Tabla 2. Evaluación posintervencionismo en EAMI

Estenosis	VPS	Índice
Estenosis <50	125 a 180 cm/s	1,5 a 2,5
Estenosis >50%	>180 cm/s	>2,5
Estenosis >70%	VPS >300 cm/s	3,5

Evaluación de complicaciones posintervencionismo

Las complicaciones más frecuentes relacionadas con las punciones vasculares incluyen el pseudoaneurisma, el hematoma, la fístula arteriovenosa y la disección arterial. Si bien lo habitual es la punción en la zona de la AFC, se debe evaluar la región inguinal desde la arteria ilíaca externa ya que a veces se realiza la punción por encima del ligamento inguinal, hasta debajo de la bifurcación por posibles punciones bajas en la AFP o AFS. Es importante consignar la presencia de colecciones perivasculares, informando la forma, los contornos, los diámetros y la ecogenicidad del interior de la colección. Otros factores para determinar son la presencia de expansión sistólica

de la estructura evaluada y las características de la comunicación con vasos arteriales y/o venosos, evaluando el calibre del canal de comunicación entre la arteria y la colección en caso de pseudoaneurisma, y el calibre del trayecto fistuloso en caso de FAV.

12. VENAS DE MIEMBROS INFERIORES

Trombosis venosa de miembros inferiores

La trombosis venosa profunda (TVP) es una de las manifestaciones clínicas de la enfermedad tromboembólica (ETE). Ecográficamente se deberá evaluar el sistema venoso profundo desde el ligamento inguinal hasta el tobillo: venas femorales común y femoral superficial y profunda, vena poplítea y tronco tibioperoneo, venas tibiales y peroneas en la pantorrilla.

Los signos **directos** de TVP son la visión directa del trombo en la luz de la vena y la ausencia de colapso de las paredes venosas cuando se realizan maniobras de compresión extrínseca con el transductor (26)

Mediante el eco bidimensional se realizará compresión venosa a intervalos de 2 cm evaluando todas las venas del sistema profundo. El criterio diagnóstico es la incompresibilidad total o parcial de la vena en sección transversal cuando se ejerce una presión con el transductor. Este criterio posee una sensibilidad y especificidad del 97% al valorar una TVP proximal (desde el sector poplíteo al iliofemoral). Cuando se evalúa la TVP distal (venas de la pantorrilla), la sensibilidad es de solo 73% (26).

Los signos **indirectos** se detectan sobre todo en la exploración de la vena femoral común (VFC) o vena ilíaca externa y son los siguientes:

- Ausencia de color espontáneo o tras maniobras de compresión de los plexos venosos distales, mediante compresión manual o tras aplicación de un manguito de presión.
- Ausencia de señal Doppler espontánea en el interior de la luz venosa.
- Ausencia de variación del flujo venoso con la inspiración y espiración profunda.
- Mal relleno de color con colapsabilidad incompleta de la vena.

Se puede realizar una medición del diámetro anteroposterior de la vena trombosada bajo compresión ultrasonográfica (CUS) (27), en corte axial; esto nos permite medir la masa total del trombo. Dicha medición será útil para evaluar la lisis del trombo en estudios posteriores de control (efectividad del tratamiento anticoagulante oral), comparando el diámetro de la vena inicial, y luego del tratamiento, y poder determinar presencia de trombosis residual para evaluar la suspensión del tratamiento anticoagulante oral. Si el diámetro residual de la vena (bajo CUS) es de 4 mm o menor, el riesgo de recidiva es menor (3,6%).

Los hallazgos por ecografía pueden clasificar la trombosis en: trombosis venosa de reciente formación (clínicamente aguda), cambios de aspecto crónicos posttrombóticos o indeterminados (28) (Tabla 1).

Tabla 1. Criterios ecográficos de trombosis venosa

Características	TVP aguda	TVP cambios crónicos o posttrombóticos
Trombo	Hipoecogénico	Mayor ecogenicidad
Ecogenicidad	Homogéneo	Heterogéneo
Homogeneidad	(mayor contenido trombótico)	(mayor contenido fibrótico o fibrocálcico)
Compresión venosa	Ausente	Ausente Parcial: recanalización
Calibre de la vena	Aumentado	Reducido/Disminuido
Doppler color	Ausente: TVP completa Mínimo: TVP parcial	Ausente: trombosis no recanalizada Variable: según grado de recanalización
Doppler espectral	Ausente o sin variación respiratoria	Ausente en TVP crónica no recanalizada Presente, con o sin variación respiratoria, según recanalización
Secuelas	-	Sinequias intraluminales-restos fibróticos conformando el "signo del doble caño"
Competencia valvular	-	Insuficiencia valvular-reflujo venoso profundo

INSUFICIENCIA VENOSA

El ultrasonido Doppler es el método de elección para evaluar la insuficiencia venosa, su fisiopatología y diagnóstico. A través de este es posible conocer la anatomía y alteraciones funcionales, de gran importancia para la confección de un “mapa venoso” que permite elegir el tratamiento más adecuado para cada paciente.

La insuficiencia venosa se define como la incapacidad de una vena para conducir un flujo de sangre hacia el corazón, adaptado a las necesidades de drenaje de los tejidos, termorregulación y reserva hemodinámica.

La hipertensión venosa (HTV) es consecuencia del reflujo y obstrucción de las venas.

En la fisiopatología de la insuficiencia venosa crónica (IVC), la distensión pasiva de las venas superficiales y el desarrollo de varicosidades produce incompetencia del sistema venoso profundo elevando la presión venosa y distensión de las venas perforantes (29). Si esta situación se mantiene, llega un momento en el que se afecta también el sistema venoso profundo de manera segmentaria. Esta sería una hipótesis que explicaría la frecuente asociación de incompetencia del sistema venoso superficial, sistema venoso profundo y de venas perforantes en estadios muy avanzados de la IVC.

Un segundo mecanismo en la aparición de una insuficiencia venosa profunda estaría causado por un episodio previo de TVP.

El reflujo venoso se debe por lo tanto a un daño directo sobre el mecanismo valvular. Las válvulas de las venas perforantes pueden afectarse en el episodio inicial de la TVP, o bien hacerse progresivamente incompetentes de forma secundaria a la hipertensión venosa transmitida desde el sistema venoso profundo (29, 30).

Diagnóstico de la insuficiencia venosa crónica

Se realizará generalmente el examen con un transductor lineal (4-12 MHz). Para evaluar la competencia del sistema venoso superficial y profundo el examen se realiza en bipedestación: el paciente puede pararse sobre una tarima enfrentando al operador. El estudio comienza desde lo cefálico a lo caudal, es decir, desde la arcada inguinal hasta el pie. Los cinco componentes principales que definen un examen dúplex completo son: información anatómica, visualización del flujo (presencia o ausencia de reflujo), maniobras de provocación para el aumento del flujo, morfología (permeabilidad u obliteración) y compresibilidad de los vasos (diagnóstico de trombosis).

Hallazgos anormales: el examen puede revelar signos de anomalía en el sistema venoso:

- Aumento del diámetro venoso: esto indica dilatación venosa muchas veces relacionada con insuficiencia.
- Flujo invertido ante maniobra de Valsalva o de compresión muscular: indica insuficiencia venosa. El reflujo es la anomalía fisiopatológica mayor en la enfermedad venosa crónica (EVC) y es el parámetro más investigado del ultrasonido dúplex. Los criterios para definir insuficiencia venosa varían de acuerdo con la vena evaluada; se identifica por la presencia de flujo reverso con duración ≥ 1 segundo a nivel del segmento femoropoplíteo, $\geq 0,5$ segundos en el eje safeno y $\geq 0,50$ segundos en el eje perforante. Es importante recordar que la maniobra de Valsalva es efectiva a nivel suprapatelar (29-31).

Existen diversas maniobras para provocar el reflujo y así poder valorarlo:

- Liberación después de una compresión de la pantorrilla en caso de venas proximales.
- Compresión manual de los trayectos varicosos.
- Insuflado/desinflado neumático de un manguito a nivel de la pantorrilla.
- Dorsiflexión activa del pie y relajación.
- Maniobra de Valsalva: esta suele ser la técnica preferida para valorar la unión safenofemoral (USF).

Valoración de la severidad del reflujo

Tiempo de reflujo (TR): el TR no puede cuantificar la severidad del reflujo y es una medición puramente cualitativa (32).

Velocidad máxima de reflujo (VMR): mejora la discriminación entre la IVC temprana y la avanzada, tanto en IVC primaria como secundaria ($27,4 \pm 21,1$ versus $49,7 \pm 35,3$ cm/s ($P < 0,0001$)) (29-32).

Calibre de la vena: la importancia clínica de definir el diámetro de la VSM en el muslo y la pantorrilla radica en que se comporta como marcador de la hemodinamia global. El diámetro de VSM en todos los niveles de las extremidades correlacionó bien con diferentes parámetros de severidad. Un diámetro de VSM $\leq 5,5$ mm pronostica ausencia de reflujo con una sensibilidad del 78% y una especificidad del 87%. Una VSM con un diámetro $\geq 7,3$ mm predice reflujo crítico con una sensibilidad del 80% y una especificidad del 85% (32).

Recomendamos que la definición de perforante “patológica” incluya a aquellas venas con un reflujo de duración ≥ 500 ms y con un diámetro $\geq 3,5$ mm

Recomendación

La insuficiencia venosa se define como flujo retrógrado que dure $\geq 0,5$ s en el sistema venoso superficial; ≥ 1 s en el sistema venoso profundo y $\geq 0,5$ s en el eje perforante. Recomendación de Clase I, Nivel de evidencia A.

BIBLIOGRAFÍA

1. Zweibel WJ, Pellerito JS. Basic concepts of Doppler frequency spectrum analysis and ultrasound blood flow imaging. In: Pellerito JS, Polak JF. Introduction to vascular ultrasonography. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005. p 61-90.
2. Miele FR. Principles of Vascular Ultrasound Physics. In: AbuRahma AF, Bandyk DF. Noninvasive Vascular Diagnosis. 3rd ed. Charleston, USA: Springer; 2013. p 29-43.
3. Tahmasebpour HR, Buckley AR, Cooperberg PL, Fix CH. Sonographic Examination of the Carotid Arteries. *Radiographics* 2005; 25:1561-75.
4. Gerhard-Herman M, Gardin J M, Jaff M, Mohler E, Roman M, Naqvi TZ. Guidelines for Noninvasive Vascular Laboratory Testing: A Report from the American Society of Echocardiography and the Society of Vascular Medicine and Biology. *J Am Soc Echocardiog* 2006;19: 955-972. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2006.04.019>
5. Sprynger M, Rigo F, Moonen M, Abovans V, Edvarsen T, de Alcantara M, et al. Focus on echovascular imaging assessment of arterial disease: complement to the ESC guidelines (PARTIM I) in collaboration with the Working Group on Aorta and Peripheral Vascular Diseases. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging* 2018; 0;1-27.
6. Touboul PJ, Hennerici MG, Meairs S, Adams H, Amarenco P, Bornstein N, et al. Mannheim carotid intima-media thickness and plaque consensus (2004-2006-2011). An update on behalf of the advisory board of the 3rd, 4th and 5th watching the risk symposia, at the 13th, 15th and 20th European Stroke Conferences, Mannheim, Germany, 2004, Brussels, Belgium, 2006, and Hamburg, Germany, 2011. *Cerebrovasc Dis* 2012; 34:290-6.
7. von Reutern G-M, Goertler M-W, Bornstein NM, Sette MD, Evans DH, Goertler M-W, et al. Grading carotid stenosis using ultrasonic methods. *Stroke* 2012;43:916-21.
8. AbuRahma AF, Stone P, Deem S, Dean LS, Keiffer T, Deem E. Proposed duplex velocity criteria for carotid restenosis following carotid endarterectomy with patch closure. *J Vasc Surg* 2009;50:286-91.
9. AbuRahma AF, Abu-Halimah S, Bensenhaver J, Dean LS, Keiffer T, Emmett M, et al. Optimal carotid duplex velocity criteria for defining the severity of carotid in-stent restenosis. *J Vasc Surg* 2008;48:58994.
10. Kizilkilic O, Mihmanli I. Color Doppler Analysis of Vertebral Arteries. Correlative Study with Angiographic Data. *J Ultrasound Med* 2004;23:1483-91.
11. Ketonen P, Meurala H, Mattila S. Management of arteriosclerotic aneurysms of the innominate and subclavian arteries. *Scand J Thor Cardiovasc Surg* 1983;17:129-33.
12. Buller LT, Jose J, Baraga M, Lesniak B. Thoracic Outlet Syndrome: Current Concepts, Imaging Features, and Therapeutic Strategies. *Am J Orthop* 2015;44(8):376-82.
13. Joffe HV, Goldhaber SZ. Upper-extremity deep vein thrombosis. *Circulation* 2002;106:1874-80.
14. Back MR, Maynard M, Winkle A, Bandyk D. Expected flow parameters within hemodialysis access and selection for remedial intervention of nonmaturing conduits. *Vasc Endovascular Surg* 2008;42:150-8.
15. Vascular Access Work Group. Clinical practice guidelines for vascular access. *AM J Kidney Dis* 2006;48: S248-S273.
16. Erbel R, Abovans V, Boileau C, Bossone E, Bartolomeo RD, Eggebrecht H, et al. 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases. Document covering acute and chronic aortic diseases of the thoracic and abdominal aorta of the adult The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Aortic Diseases of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2014; 35:2873-926.
17. Bluro Ignacio M. Consenso de enfermedad vascular periférica. *Rev Argent Cardiol* 2015;83(5). pp.461-86.
18. Zachrisson K, Herlitz H, Lönn L, Falkenberg M, Eklöf H. Duplex ultrasound for identifying renal artery stenosis: direct criteria re-evaluated. *Acta Radiol Online First* 2016;0:1-7.
19. Schäberle W, Leyerer L, Schierling W, Pfister K. Ultrasound diagnostics of renal artery stenosis: Stenosis criteria, CEUS and recurrent in-stent stenosis. *Gefasschirurgie* 2016; 21:4-13.
20. García Barquin P, Millor Muruzábal M, Páramo M, Zalazar L R, Cano D, Benito Boillos A. Pamplona/ES Doppler renal: evaluación de complicaciones vasculares postasplante renal. *Rev Colombiana Radiología* 2009; 20:2617-24.
21. Inci MF, Ozkan F, See TC, Tatli S. Renal Transplant Complications: Diagnostic and Therapeutic Role of Radiology. *Can Assoc Radiol J* 2014; 65:242-52.
22. Abovans V, Criqui MH, Abraham P, Allison MA, Creager MA, Diehm C, et al. Measurement and interpretation of the ankle-brachial index: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2012;126:2890-909.
23. Rooke TW, Hirsch AT, Misra S, Sidawy AN, Beckman JA, Findeiss LK, et al. 2011 ACCF/AHA Focused Update of the Guideline for the Management of patients with peripheral artery disease (Updating the 2005 Guideline): a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on practice guidelines. *Circulation* 2011;124:2020-45.
24. Fosbager MC, Sane SS. Evaluation of Lower Extremity Bypass Grafts with Use of Color Duplex Sonography. *Radiographics* 1996;16:9-25.
25. Pollak AW, Norton P, Kramer CM. Multimodality Imaging of Lower Extremity Peripheral Arterial Disease: Current Role and Future Directions. *Circ Cardiovasc Imaging* 2012;5:797-807.
26. Needleman L, Cronan J-J, Lilly M-P, Merli G-J, Adhikari S, Hertzberg B.S, et al. "Ultrasound for Lower Extremity Deep Venous Thrombosis Multidisciplinary Recommendations From the Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference. *Circulation*. 2018; 137:1505-1515
27. Spinedi L, Broz P, Engelberger RP, Stau D, Uthoff H. Clinical and duplex ultrasound evaluation of lower extremities varicose veins – a practical guideline *Vasa* 2017; 46: 325-336.
28. Prandoni P, Vedovetto V, Ciammaichella M, Bucherini E, Corradini S, Enea I, et al. Residual vein thrombosis and serial D-dimer for the long-term management of patients with deep venous thrombosis. *Thromb Res*. 2017; 154:35-41.
29. Eberhardt RT, Raffetto JD. Chronic venous insufficiency. *Circulation*. 2014;130:333-46
30. Marsden G, Perry M, Kelley K, Davies AH. Guideline Development Group. Diagnosis and management of varicose veins in the legs: summary of NICE guidance. *BMJ*. 2013; 347:f4279.
31. Ruckley CV, Evans CJ, Allan PL, Lee AJ, Fowkes FG. Chronic venous insufficiency: clinical and duplex correlations. The Edinburgh Vein Study of venous disorders in the general population. *J Vasc Surg*. 2002; 36:520-5.
32. Habenicht M, Rabe E, Amsler F, Mendoza E. Toe elevation manoeuvre to assess venous reflux in comparison to manual calf compression and release. *Vasa*. 2016; 45:299-304.