

EXPLORACIÓN ARTERIAL DE MIEMBROS INFERIORES CON ECO-DOPPLER

Autores: Luis de Benito, Xavier Marti, Alicia Bueno

Hace ya más de 30 años que comenzó a desarrollarse la exploración vascular mediante Eco-Doppler. Más concretamente, en 1985 se publica el primer trabajo de correlación con la arteriografía de la exploración arterial a nivel aortoiliaco y femoropoplíteo. Desde entonces ha evolucionado mucho tanto la técnica como, sobre todo, la tecnología, de manera que los equipos actuales son capaces de proporcionarnos unas imágenes de enorme calidad en tiempo real.

Igualmente, ha progresado también nuestra adaptación a esta tecnología, de forma que, hoy en día, el Eco-Doppler en su realización o en su interpretación, está presente en nuestra actividad profesional diaria. Hoy forma parte de la formación de nuestros residentes y, en nuestro país, cuenta con un sistema de acreditación con muchos años de rodaje, probablemente más que en la mayoría de los países de nuestro entorno. Así, prácticamente todos los Cirujanos Vasculares españoles estamos acostumbrados a basar nuestros diagnósticos y, por tanto, tratamientos en esta exploración.

Como sabemos, esta exploración es barata, sobre todo comparada con las alternativas, sin complicaciones y, habitualmente, de fácil acceso para nosotros. A pesar de esto, todavía existen muchos Servicios y muchos profesionales en nuestro país que no han adoptado esta tecnología, en favor de otras.

El objetivo de esta mesa es intentar consensuar la manera en que nuestro capítulo recomienda estudiar el sistema arterial de MM.II. antes de una intervención. Para ello vamos a intentar analizar, por sectores, el comportamiento diagnóstico de diversas exploraciones. Es inevitable comparar los resultados con la arteriografía, ya que esta está considerada, todavía, el patrón de referencia en el estudio de esta patología.

Antes de analizar los posibles beneficios diagnósticos del Eco-Doppler, fundamentalmente frente a la arteriografía, existen unas cuestiones previas que conviene repasar, como son la técnica de la exploración y los criterios diagnósticos. Además, es evidente que existe una gran variedad de equipos ecográficos, cada uno con sus características específicas, y que pueden tener mejores o peores ajustes tanto en el modo B como en el color y en el espectro Doppler. Sin embargo, los criterios diagnósticos no deberían variar entre equipos para que los resultados fueran comparables, en caso contrario habría que validar cada uno de los equipos. A continuación repasamos someramente estos aspectos.

Técnica de la Exploración

Dado que la exploración se puede prolongar, es importante asegurar que el paciente esté cómodo. Dependiendo del territorio a estudiar utilizaremos una sonda convex o una sonda lineal. El estudio se realiza en decúbito supino. El cabecero se puede variar de posición según se desarrolle la prueba: estará más cómodo con él algo elevado, pero podemos cambiarlo, sobre todo en el estudio del sector aortoiliaco, para conseguir desplazamientos del gas intraabdominal. Por esta misma razón, podemos ordenar decúbitos laterales. El estudio se puede realizar proximal a distal o viceversa. El que el paciente esté en ayunas o no, puede afectar a la calidad del estudio, pero no es un requerimiento habitual en muchos centros.

Para estudiar el sector femoro-poplíteo, la extremidad se coloca en rotación externa y con ligera flexión de la rodilla. De esta forma obtenemos un excelente acceso a toda la femoral superficial y a la poplíteica en toda su extensión.

Los vasos tibiales requieren modificación de la postura a demanda, ya que se pueden estudiar tanto de proximal a distal como al revés y por varias proyecciones. Así, la tibial posterior se estudia por cara medial, la tibial anterior por cara lateral (salvo el cayado, que puede requerir las vías media o posterior) y la peronea se puede insonar por cara interna o posterior, siendo la más efectiva la lateral, por el borde posterior del peroné.

Criterios Diagnósticos

En la actualidad, todos los equipos que se utilizan para el diagnóstico vascular tienen capacidad de realizar análisis en modo B (escala de grises), estudio Doppler (análisis de frecuencias) y color. El modo B nos sirve para localizar las estructuras y estudiar la pared del vaso, mientras que el estudio del espectro Doppler nos sirve para valorar el comportamiento hemodinámico del flujo sanguíneo. El estudio con color agiliza el estudio, facilitándonos la localización de los vasos en los trayectos más comprometidos, y los puntos de alteraciones del flujo mediante las variaciones del color. El diagnóstico de la patología se basa en el espectro Doppler. Es importante mantener un ángulo de insonación inferior a 60° y ajustar los parámetros del equipo a cada territorio.

La morfología normal de la curva de flujo arterial es trifásica, con una inversión diastólica correspondiente a la elasticidad de la pared arterial. Según aumenta la patología lo primero que se altera es la fase diastólica de la curva, desapareciendo esta inversión diastólica y obteniendo flujo anterógrado en todo el ciclo, es decir, una curva monofásica. Existe discusión sobre si una morfología bifásica (sin segunda fase positiva en diástole) debe ser considerada normal o patológica, pero, en general, se acepta como normal. La fase ascendente de la curva se considera muy específica de patología proximal, de manera que uno de los parámetros más importantes es este tiempo de ascenso o tiempo al pico o "retraso", sobre todo en el estudio de la arteria femoral común. La vertiente diastólica de la curva es más inespecífica, pudiendo verse alterada tanto por patología proximal como distal.

- Diagnóstico de oclusión completa

Una vez identificado correctamente el vaso, la ausencia de relleno del mismo con color y la ausencia de curva Doppler, son diagnósticas de oclusión completa. Para poder asegurar el diagnóstico, se deben utilizar todas las maniobras de optimización del equipo (filtros, ganancia, PRFs, power angio, dynamic flow).

- Diagnóstico de estenosis crítica

Se entiende por estenosis crítica aquella que produce una alteración hemodinámica significativa y que, por tanto, precisa tratamiento, en el contexto de un paciente isquémico.

En la actualidad, se utiliza como criterio principal el ratio de velocidad sistólica (relación entre la velocidad pico sistólica en el punto de máxima aceleración y la región normal proximal al mismo). Si bien en la literatura no existe acuerdo sobre qué ratio representa una estenosis crítica, la mayoría de los grupos utilizan un valor de 2, es decir, un aumento del 100% de la velocidad, aunque suele variar entre 2 y 3. Diversos autores han utilizado

otros criterios accesorios, como la velocidad diastólica final y otros, aunque no han conseguido imponerse. Este ratio de 2 representaría una estenosis del 50%.

Exploración del sector Aorto-iliaco

Para la exploración del sector aortoiliaco con Eco-Doppler disponemos de 2 herramientas:

- la exploración ecográfica directa
- la exploración indirecta a nivel de la arteria femoral común

La exploración ecográfica directa consiste en insonar el sector aortoiliaco en modos B, color y Doppler para estudiar la patología de la pared, la existencia o no de dilataciones aneurismáticas, las características de la curva Doppler y los cambios de velocidad de la misma. Esta exploración, en manos expertas puede hacerse en la inmensa mayoría de los pacientes, sin embargo, suele ser laboriosa, requiere cierta colaboración por parte del paciente y puede verse afectada por el hecho de que el enfermo esté en ayunas o no (hay trabajos que han obtenido iguales o mejores resultados en pacientes no preparados). Se deben realizar mediciones secuenciales de la velocidad determinando la magnitud de la misma y la morfología de la curva. A este nivel, se hace prácticamente imprescindible la utilización del color para guiar el estudio, debido a la profundidad y tortuosidad de los vasos, así como a la existencia de múltiples estructuras anatómicas.

La exploración de la arteria femoral común (o mejor todavía en iliaca externa distal, generalmente más libre de enfermedad) permite inferir el estado del sector aortoiliaco al detectar anomalías tanto en la morfología de la curva Doppler como en alguno de las mediciones que podemos obtener en ella. Así, la presencia de una curva de morfología trifásica o bifásica nos hará pensar en que el sector proximal es normal, sobre todo si no existe gran ensanchamiento espectral. La morfología puede alterarse por enfermedad femoropoplítea, sobre todo si hay afectación asociada en femoral profunda, de forma que nos podemos encontrar una curva monofásica con un sector aortoiliaco normal. Por otro lado, dentro de todos los parámetros que se pueden estudiar en la curva Doppler, la pendiente de ascenso, conocida como tiempo al pico o tiempo de aceleración, es muy sensible y específica de la patología proximal, y no suele verse afectada por la distal. La ventaja del estudio de la femoral común es que nos permite, de una manera rápida, casi inmediata, “topografiar” el nivel de la enfermedad, descartando la existencia de patología o indicando el estudio ecográfico directo.

Resultados en comparación con la arteriografía

- Exploración ecográfica directa

Diversas situaciones (obesidad, excesivo gas intraabdominal, calcificaciones extensas, estomas o falta de colaboración del paciente) pueden limitar las posibilidades diagnósticas de esta exploración. Los datos reflejados en la literatura abarcan una horquilla que varía entre el 5% y el 25%.

Una revisión de la literatura nos permite observar que los datos de sensibilidad y especificidad son bastante buenos. Más aún, la especificidad y el valor predictivo negativo son lo suficientemente elevados como para permitir descartar patología en presencia de un estudio normal.

AUTOR	S (%)	E (%)	VPP (%)	VPN (%)	K (I.C.)
KOHLER 1987	89	90	75	96	0'58

LANGSFELD 1988	82	93			
MONETA 1992	89	99			
LEGEMATE 1993	81	88			
ZEUCHNER 1994	75-100	99	50-92	98-100	99% (fiabilidad)
SCHNEIDER 1998	100	76	78	100	
ALY 1999	89	99	92	99	0'81 (0'7-0'92)
WIKSTRÖM 2000	63	85	63	85	0'43 (0'21-0'64)
DE BENITO 2004	94	91	72	97	0'74 (0'5 – 0'97)

- Morfología de la curva en femoral común

A pesar de haber discusión entre los autores sobre la calificación de la curva bifásica, los resultados publicados son, en todos los casos bastante alentadores, con valores de especificidad y predictivo negativo muy elevados, que permiten, en caso de normalidad, descartar patología proximal.

AUTOR	S (%)	E (%)	VPP (%)	VPN (%)	K(I.C.)
WALTON 1984	86'7	87'5	75	93'8	0'71 (0'55-0'87)
COSSMAN 1998	80'9	97'9	94'5	92'1	0'82 (0'58-1)
SENSIER 1998	95	80	82	94	0'74 (0'62-0'86)
SCHNEIDER 1998	79	86	69	92	85% (fiabilidad)
EIBERG 2001	98	81	86	97	0'81 (0'68-0'93)
MAZZARIOL 2000	100	93		100	
SHALAN 2003	95	89	89	95	92% (fiabilidad)
DE BENITO 2004	85	94	74	97	93 (0'55 – 0'9)

Así, en presencia de una curva trifásica, sobre todo si se acompaña de ausencia de ensanchamiento espectral, podemos intuir que el sector aortoiliaco es normal con mucha fiabilidad.

- Tiempo de aceleración

Johnston, refiriéndose a la curva de presión, demostró que la fase de ascenso de la misma en el tobillo, es muy específica de la existencia de patología proximal. Además, no se afecta de manera significativa por el estado de la femoral superficial^{143, 169}.

AUTOR	S (%)	E (%)	VPP (%)	VPN (%)	K(I.C.)
BURNHAM 1992	89'3	98'4	93'8	97'2	94'2
VAN ASTEN 1991	92	75	88	84	85
SCHNEIDER 1998	83	91	77	94	89
DE BENITO 2004	90	94	78	98	0'77 (0'59 – 0'95)

Podemos observar, nuevamente, que los resultados arrojan una correlación excelente, incluso a pesar de no utilizar el mismo valor de corte. En el estudio de De Benito et al., se toma un valor de 120 msg, pero este valor varía hasta los 144 msg.

En 2005 el Dr. Fontcuberta publica un estudio de correlación frente a la arteriografía utilizando una fórmula obtenida por ellos en un estudio piloto, con datos hemodinámicos obtenidos en iliaca externa distal (presencia o ausencia de fase invertida, velocidad sistólica máxima e índice de resistencia). En la predicción de una estenosis de moderada a severa obtuvieron unos valores de S = 95'7, E = 84'1, VPN = 96'8 y un VPP = 80.

Exploración del sector femoro-poplíteo

Este sector presenta unas peculiaridades que permiten obtener unos resultados de correlación prácticamente perfectos, particularmente en el caso de oclusiones completas: es un vaso con un recorrido relativamente rectilíneo y sin bifurcaciones importantes, es muy superficial y acompañado en su trayecto por su vena homónima, para distinguirla de la circulación colateral. Existen dos situaciones en las que puede ser superior a la arteriografía, para indicar un tratamiento endovascular: el conocimiento exacto de la longitud de una oclusión y la presencia o no de muñón proximal en la femoral superficial. Diversos autores observan una tendencia del Eco-Doppler a medir oclusiones ligeramente más cortas que con la arteriografía, probablemente por sobreestimación de la misma por esta al conseguir un peor relleno proximal y distal a la oclusión. Respecto a la presencia de muñón proximal de femoral superficial, Pemberton¹⁶⁷ obtiene una tasa de acuerdo del 85%, sin que existiera ningún caso en el que se visualizara muñón en la angiografía y no en el Eco-Doppler.

Respecto a la correlación con la arteriografía, se ha valorado tanto la presencia de estenosis crítica como la de una oclusión completa.

	S (%)	E (%)	VPP (%)	VPN (%)	KAPPA (I.C.)
JAGER 1985	77	98	94	92	
KOHLER 1987	82	92	80	93	0'55
COSSMAN 1989	87	99	96	95	
COSSMAN* 1989	81	99	95	96	
ZEUCHNER 1994	72'5	99'5	88'9	98'4	98% (fiabilidad)
ZEUCHNER* 1994	94'2	98'6	96'1	97'9	97'4% (fiabilidad)
DAVIES 1995	97	98	94	99	
DAVIES* 1995	96	98	98	97	
LAI	75	90	77	89	0'57
ALY 1999	95	99	94	99	0'92 (0'9-0'94)

*= Oclusión

Exploración del sector infrapoplíteo o distal

La exploración de los vasos distales es la que más controversia ha levantado a lo largo de los años, debido tanto a su importancia como a su dificultad. De igual manera, también para la prueba de referencia es el territorio más comprometido y, por tanto, en donde los resultados son puestos más en tela de juicio. Desde el punto de vista del Eco-Doppler, existen una serie de situaciones que pueden limitar la capacidad diagnóstica de la prueba. Mazzariol incluso los pondera porcentualmente en su estudio de 1998: edema de miembros inferiores en 7% de los casos, obesidad en 5%, ausencia de cooperación del paciente por el dolor en 2%, calcificaciones de la pared vascular en 9%. Concluye que un

porcentaje del 43% de los segmentos estudiados (que el divide en tronco tibioperoneo, y mitades superior e inferior de tibial anterior, posterior y peronea) no está bien estudiado por duplex. De forma similar se pronuncian en 1999 Wain^[6] y Mandolfino en 2006^[7] alegando nuevamente que la presencia de calcificaciones, la obesidad y edema infragenicular de algunos pacientes, y la presencia de lesiones cutáneas, hacen difícil evaluar los vasos distales. Hingorani en 2008 nuevamente cuantifica estos inconvenientes: sobre 1020 exploraciones que permitieron planificación quirúrgica, 221 sectores infrapoplíteos no fueron bien visualizados, siendo necesaria la práctica adicional de 102 arteriografías: 6 por presencia de lesiones tróficas, 10 por excesivo edema que impedía el estudio, 64 por calcificaciones arteriales, 6 por no cooperación del paciente, 12 por obesidad, 15 por presencia de cicatrices de cirugías previas, 1 por no verse bien el origen de la arteria tibial anterior y, finalmente, 18 por bajo flujo distal.

Se han publicado muchos trabajos de correlación para validar los resultados del Eco-Doppler en esta localización. Podríamos desglosar estos estudios en dos tipos:

- los que comparan el Eco-Doppler con la arteriografía
- los que comparan las decisiones tomadas mediante el estudio ultrasónico, y las decisiones finalmente adoptadas según los hallazgos en el campo operatorio.

- Eco-Doppler vs Arteriografía

AUTOR	AÑO	CRITERIO DE ESTUDIO	N	SENS	ESPEC	VPP	VPN	EFICACIA GLOBAL	KAPPA
Sensier	1996	Estenosis >50%	450 seg	25%	99%	29%	98%	97%	0,48
		Oclusión		50%	96%	67%	93%	91%	
Karakagi	1996	Estenosis >50% y oclusión	200 seg	86%	80%	82%	84%	83%	0,66
Aly	1998	Estenosis >50%	1062 seg	100%	100%	100%	100%		
		Oclusión		89%	99%	81%	99%		
Sensier	1998	Est no signif vs signif vs oclusión	199 seg					72%	0,50
		Normal vs oclusión						84%	0,61-0,63
		Estenosis		19-21%	98%				
		Oclusión		70-71%	89-91%				
Hofmann	2004	Dúplex vs arterio	140 seg					70%	
		Dúplex vs RMN						64%	
		Dúplex vs arterio o RMN						77%	0,71
		Arterio o RMN vs hallazgos						75%	0,67
		Dúplex vs hallazgos						86%	0,82
Fontcuberta	2009	Dúplex vs hallazgos	335 pac	89%	64%	72%	85%	59%	0,70
Eiberg	2010	Dúplex vs arterio	845 seg	88%	75%	83%	81%	93%	0,63

- Eco-Doppler frente a tratamiento

AUTOR	AÑO	N		CONCORDANCIA
Pemberton	1997	Meta-análisis	T anterior	91-100%
			T posterior	91-100%
			Peronea	83-90%

Mazzariol	1998	55 pacientes	Predicción anastomosis distal	85%
Wain	1999	21 pacientes	Predicción anastomosis distal	24%
Ascher	1999	28 pacientes	Predicción anastomosis distal	89%
Koelemay	2001	29 pacientes	Predicción anastomosis distal	93%
Proia	2001	23 pacientes		96%
Avenarius	2002	98 pacientes	Dúplex vs arterio vs predicción anastomosis distal	90%
Grassbaugh	2003	40 pacientes	Global	92%
			Peronea arterio vs dúplex	81%
			Predicción anastomosis distal	88%
			Concordancia arterio vs dúplex	88%
Ascher	2004	91 pacientes	Predicción anastomosis distal	98,9%
Mandolfino	2006	253 pacientes	Predicción anastomosis distal	82%

- Eco-Doppler en presencia de patología tandem o multinivel

La enfermedad oclusiva proximal va a producir una disminución de la velocidad de flujo distal a la misma. Merece la pena destacar que son muchos los estudios que no consideran un inconveniente para el Eco-Doppler la detección de flujos bajos en los vasos distales. Es más, muchos de estos estudios aluden a una mejor detección de estos mediante ecografía Doppler que mediante el gold-standard arteriográfico. Según algunos de estos trabajos, estos bajos flujos, causados bien por cardiopatías de base, bien, más frecuentemente, por lesiones vasculares proximales serían detectables por Doppler incluso en casos de velocidades sistólicas máximas entre 15-20cm/seg.

En este sector la arteriografía presenta unos resultados muy mediocres y en todo caso muy variables en cuanto a la detección de vasos permeables, por tanto, cualquier correlación mostrará valores bajos. En este sentido, De Benito y cols. (ANGIOLOGÍA 2004; 56 (3): 301-304), demuestran que la correlación con la arteriografía únicamente se ve afectada en los casos más severos de enfermedad combinada aortoiliaca y femoro-poplítea y solo en la arteria peronea más distal.

Ecocontraste

Para salvar alguna de estas trabas que nos impone el estudio de los troncos distales es posible el uso de las sustancias denominadas ecocontrastes. El ecocontraste se define como aquella sustancia capaz de potenciar la señal ecográfica en modo B o en modo Doppler color permitiendo una mejor detección de flujos atenuados por diversas razones: calcificación, edema, bajas velocidades distales. El ecocontraste está formado por microburbujas cuyo diámetro es igual o menor al de la longitud de onda de los ultrasonidos incidentes. En estas circunstancias, las ondas que inciden sobre las microburbujas producen contracción y dilatación de estas microburbujas en todas las direcciones el espacio (reflectores no lineales) potenciando la señal ultrasónica por liberación de energía armónica. Para poderse utilizar, el ecocontraste debe ser fácil de preparar, no tóxico, debe ser posible su uso vía endovenosa, debe tener una buena difusión hemato-pulmonar para su excreción, debe ser estable, y, como ya se ha dicho, debe potenciar la señal ultrasónica en escala de grises y en modo Doppler color.

Existen pocos estudios sobre el uso del ecocontraste en el estudio de la isquemia de miembros inferiores. Ubbink muestra una correlación correcta respecto a la arteriografía, en el 71% de los pacientes estudiados con ecocontraste, pero su trabajo sólo tiene 14 pacientes. Documenta un incremento en el número de vasos visualizados del 64%, y un incremento en la coincidencia diagnóstica del 56% al 91% ($p < 0'0001$). Coffi evalúa vasos distales con Levovist[®] y obtiene la visualización del 50% de los vasos que no se veían con estudios ecográficos rutinarios, pero obtiene un *kappa* moderado (0,50) cuando compara lo visualizado con ecocontraste respecto a lo visualizado con arteriografía, y su trabajo sigue teniendo una población escasa. Eiberg^[16] estudia 15 pacientes con Levovist[®] y refiere un incremento del número de vasos visualizados y diagnosticados del 70%, y en el 73% de los casos cambia la indicación quirúrgica prevista con el Eco-Doppler simple, y de acuerdo con la arteriografía, con mejoría de la sensibilidad, valor predictivo positivo y *kappa*.

DISCUSIÓN

El Eco-Doppler reúne una serie de características que le convierten en la prueba ideal para la valoración y el manejo de nuestros pacientes. Obviamente, existen otras pruebas como el Angio TAC, la Angio RM y la arteriografía que pueden añadir o completar los estudios, sobre todo aquellos que, por la razón que sea, han quedado incompletos o no son suficientes para realizar un diagnóstico y un plan terapéutico.

En la inmensa mayoría de los casos, incluso en aquellos más complejos de pacientes con diabetes mellitas o con insuficiencia renal crónica y extensas calcificaciones, el Eco-Doppler nos puede permitir planificar el tratamiento. Esto es así sobre todo en lo que al tratamiento endovascular se refiere, pero también si la indicación es una cirugía de bypass. Es decir, muchos estudios incompletos en cuanto a los vasos visualizados, nos ofrecen ya alguna posibilidad terapéutica para el paciente, de manera que una arteriografía intraoperatoria limitada y dirigida, nos puede aportar los datos que nos falten, pero ya con una clara indicación de tratamiento y preparados para ella en quirófano.

En este sentido, un reciente estudio publicado en Abril de 2013 en el JVS ilustra cómo 622 pacientes (de un total de 4783) fueron intervenidos por isquemia crítica con lesiones TASC C y D. El diagnóstico se basó en el Eco-Doppler, y en 520 (83,6%) de ellos fue la única prueba diagnóstica.

Ninguna de las demás pruebas puede competir con el Eco-Doppler ya que, la que no tiene una toxicidad elevada es muy cara, o ambas cosas a la vez. En los casos de arteriopatía más severa, la arteriografía pierde capacidad de demostrar muchos vasos distales, en ocasiones imprescindibles para el diagnóstico y tratamiento, haciendo necesario un nuevo estudio intraoperatorio. Tanto el AngioTAC como la AngioRM tienden a sobrestimar las lesiones y tienen un no despreciable número de contraindicaciones en nuestros pacientes. Las tres pruebas son incomparablemente más caras que el Eco-Doppler. Esta, además, se puede repetir todas las veces que se quiera, incluso a la cama del paciente, sin ninguna toxicidad ni complicación para él.

Por otro lado, en nuestra sociedad se apostó, hace ya muchos años, por esta tecnología, de manera que la mayoría de nuestros especialistas, sobre todo los más jóvenes, están muy familiarizados con ella y tienen un elevado nivel de experiencia. Esto, unido a la amplia disponibilidad de equipos en nuestros servicios y unidades, y al hecho de que

dependa únicamente de nosotros, hace que no suponga un esfuerzo añadido el obtener estudios de alta calidad con rapidez.

Por todas estas razones, pensamos que el Eco-Doppler debe ser la prueba diagnóstica por excelencia en la planificación de nuestras intervenciones en cirugía arterial de los miembros inferiores. Unido a otras pruebas del laboratorio vascular, es capaz de valorar a la perfección a los pacientes isquémicos, reservando las demás exploraciones para aquellos casos en los que el Eco-Doppler no sea capaz de obtener los datos suficientes para diagnosticarlos y tratarlos. Los resultados de estas pruebas de "segundo nivel" deberán interpretarse teniendo en cuenta los obtenidos en el Laboratorio Vascular.