

# ANGIOLOGIA

---

VOL. XXII

NOVIEMBRE-DICIEMBRE 1970

N.º 6

---

## El efecto ultrasónico Doppler como método diagnóstico en Angiología (\*)

HANS RICHTER

Angiologische Klinik, Max Ratschow Klinik, Darmstadt-Eberstadt (Alemania)

Este nuevo método se practicó por vez primera en el Japón en 1957; más tarde en los Estados Unidos, de modo particular en el Centro cardio-vascular de Seattle; y hace algunos años en Suiza. No obstante, en otros países del continente su empleo es poco conocido entre los médicos, excepto para los ginecólogos.

En 1842, es decir hace 128 años, el Profesor en Ciencias matemáticas y geometría **Christian Doppler**, de Praga, publicó el trabajo sobre el principio que lleva su nombre: «Sobre la luz cromática de las estrellas dobles». Pero este principio no sólo tiene importancia en óptica sino también en acústica, confirmándose las observaciones de **Doppler** en todos los casos de fuentes emisoras y de receptores de sonido en movimiento relativo.

Para citar unos ejemplos bien conocidos, citemos el cambio de tono de la sirena de una ambulancia cuando se acerca o cuando se aleja del observador, o del ruido de los motores de un avión que pasa por sobre nuestra cabeza. En el espectro de un foco luminoso que se aleja con rapidez resulta una desviación hacia el lado rojo; al mover la luz en dirección opuesta se refuerza la impresión del color violeta. Resultados similares dan las reflexiones de objetos en movimiento.

En el caso de los detectores Doppler las ondas ultrasónicas de frecuencias comprendidas entre dos y diez megaciclos, imperceptibles por el oído humano, son emitidas por un cristal y distorsionadas en su eco de retorno si la pared reflejante se mueve. Con pared fija las frecuencias de emisión y de reflexión son idénticas. Al moverse la pared en dirección a la fuente del ultrasonido la señal recibida tiene una frecuencia diferente a la de la señal transmitida. Esta diferencia positiva

---

(\*) Original en español. Comunicación presentada a las XVI Jornadas Angiológicas Españolas. Vigo, 1970.

o negativa, según el sentido del movimiento de los objetos reflejantes, es recibida y cabe apreciarla acústicamente.

Esta modificación o modulación de las frecuencias de los impulsos ultrasónicos por el principio Doppler resulta en señales de oscilaciones hasta de 6.000 ciclos por segundo. La modificación de la frecuencia depende de factores diversos: la frecuencia de reflexión resulta de la frecuencia inicial, de la velocidad de los corpúsculos de la sangre, de la velocidad de propagación de las ondas ultrasónicas y del ángulo de incidencia del rayo ultrasónico. También es posible detectar la dirección del flujo sanguíneo por medio de aparatos más modernos, utilizados en los Estados Unidos («Directional Flowmeters»). Los aparatos usados por nosotros pueden registrar cualitativamente cualquier circulación sin precisar el sentido del movimiento del flujo. Estos aparatos mencionados son los siguientes:

El «Sonicaid Fetal Puls Detector», que emite un rayo ultrasónico de dos megaciclos y veinte milivatios por centímetro cuadrado.

El «Doptone Detector», que tiene una frecuencia de cinco megaciclos y una intensidad muy baja e inocua.

### Uso clínico

Cualquier flujo sanguíneo que sobrepase la velocidad de seis centímetros por segundo se puede demostrar por este método. La técnica es tan sencilla casi como la palpación de los pulsos o la auscultación de los soplos arteriales.

En los casos de oclusiones arteriales agudas de las extremidades cabe localizar el émbolo o el trombo obliterante. Se detecta también la perfusión de las arterias distales de los sectores ocluidos. El médico puede formarse con rapidez idea sobre el éxito del tratamiento quirúrgico o trombolítico. Además, en los pacientes con arteriosclerosis obliterante crónica es posible analizar con detalle las oclusiones arteriales en otras regiones del cuerpo. Tal vez se descubran colaterales y se examinen sus funciones por «tests» simples.

En los casos de fistula arteriovenosa se facilita el diagnóstico diferencial y cabe precisar el componente arterial de la fistula.

Se pueden diferenciar, además, los síntomas de una compresión arterial externa a nivel del cinturón escapular, por ejemplo de una costilla cervical.

Como han efectuado algunos en Inglaterra, se puede medir la tensión arterial, especialmente en las extremidades inferiores. Según informaciones recientes, la tensión arterial de los astronautas americanos se vigilaba por este principio modificado vía telemetría.

En cuanto al sistema venoso, existen tres problemas principales que pueden ser resueltos por este método diagnóstico:

1. El examen de la circulación libre en las venas profundas.
2. El examen funcional de las válvulas venosas.
3. El descubrimiento de burbujas de gas en el torrente sanguíneo.

En la Clínica Angiológica (Max Ratschow Klinik) de Darmstadt-Eberstadt utilizamos el ultrasonido Doppler de la manera que sigue:

Sobre la aorta abdominal, carótidas y femorales en la región inguinal es fácil comprobar señales máximas por la sonda en posición oblicua. Un poco más difícil resulta localizar las señales sobre el conducto de Hunter, hueco poplítico y flexura del codo. Al mover en vaivén la sonda, interponiendo una capa de pomada conductora, es posible diferenciar muy a menudo y con exactitud los sectores arteriales perfundidos u ocluidos. En los casos dudosos, la señal venosa consecutiva a la compresión breve de los músculos distales quizás facilita descubrir la arteria que interesa.

En una docena de casos de angiografías difíciles hemos empleado esta técnica al puncionar la arteria distal de una estenosis o de un sector ocluido.

Sospechando vasculopatía cerebrales se puede examinar la circulación de la arteria oftálmica colocando la sonda sobre el globo ocular.

El examen del sistema venoso se limita, en general, a la parte inferior del cuerpo. Al registrar las señales Doppler sobre la vena femoral en el pliegue inguinal tenemos que comprimir la pantorrilla y de dicha maniobra resulta una señal característica, como un chirrido, informándonos de que las venas profundas son permeables. Al aflojar la compresión se puede advertir de vez en cuando una señal adicional que demuestra la insuficiencia valvular de las venas profundas.

Para conocer la situación del sistema venoso de la pelvis es útil la prueba de Valsalva. En caso de permeabilidad normal de las venas pélvicas, la inspiración forzada interrumpe la señal Doppler continua del flujo venoso. Este fenómeno no se produce en casos de síndrome postflebitico con oclusión de la vena cava inferior o de las venas ilíacas comunes. Exploraciones similares se realizan en la vena poplítica.

El diagnóstico diferencial de los edemas de los miembros inferiores ofrece también posibilidades al ultrasonido Doppler. En nuestra casuística los edemas de origen no flebitico han presentado Dopplergramas casi normales. En casos de insuficiencia cardiaca grave solamente da resultados de difícil interpretación.

Un programa diagnóstico tan reducido que no ocupa al médico más de tres minutos es suficiente para vigilar la terapéutica tanto operatoria como fibrinolítica. Particularmente en los casos de edema postoperatorio el método Doppler supera a la palpación de los pulsos periféricos.

Nuestra experiencia de más de 200 casos nos permite resumirla así: 60 % arteriopatías obliterantes; 40 % restante agrupa síndrome postflebitico, varices y otras vasculopatías. En la mayoría de los casos hemos comprobado los exámenes Doppler por angiografía, siendo la coincidencia casi total en las oclusiones arteriales. Esta nueva técnica parece también de utilidad como método diagnóstico en flebología y presenta considerables posibilidades para el futuro.

#### RESUMEN

Tras unas breves consideraciones sobre el método exploratorio ultrasónico Doppler y su aplicación clínica, tanto como localizador de lesiones vasculares como para su diagnóstico diferencial, el autor expone su experiencia que abarca 200 casos, de los cuales el 60 % corresponde a arteriopatías obliterantes y el 40 % restante a síndrome postflebitico, varices y otras vasculopatías. Augura a dicho método un gran futuro.

## SUMMARY

After considering the basic principles of the ultrasonic Doppler effect and its applications for diagnosis and localization of vascular diseases, the author exposes his experience in 200 cases: 60 % were obliterant arteriopathies and 40 % postphlebitic syndromes, varicose veins and miscellaneous angiological diseases. The method has proved to be very useful providing accurate results.

## BIBLIOGRAFIA

- Abelson, D.: Ultrasonic Doppler auscultation of the heart. *«J. A. M. A.»*, 204:438;1968.
- Almeida Moura, P. E. de: «Sonar» em Obstetricia. *«Rev. Gin. Obst.»*, Brasil, 125:41;1969.
- Andreoli, C.: Gli ultrasuoni-Doppler nella diagnosi ostetrica. *«Minerva Gin.»*, 395:1969.
- Babenerd, J. y Mosler, K. H.: Fetale Lebensäusserungen in der Schwangerschaft und unter der geburt. Nachweis und registrierung mit Ultraschall. *«Münch. med. Wschr.»*, 2.146;1968.
- Barton, J. J.: Evaluation of the Doppler shift principle as a diagnostic aid in Obstetrics. *«Amer. J. Obst. Gyn.»*, 102:563;1968.
- Bernstine, R. L.: Ultrasonic Doppler inspection of the fetal heart. *«Amer. J. Obst. Gyn.»*, 95:1.001;1966.
- Bernstine, R. L.: Fetal heart studies with the ultrasonic Doppler technique. *«Amer. J. Obst. Gyn.»*, 102:961;1968.
- Bishop, E. H.: Instrument and method: The Doppler Ultrasonic Motion Sensor. *«Obst. Gyn.»*, 28:712;1966.
- Bollinger, A. y colaboradores: Diagnostik peripherer venenerkrankungen mit Doppler-Strömungsdetektoren. *«Deutsch. med. Wschr.»*, 93:2.197;1968.
- Bollinger, A. y colaboradores: Untersuchungen des venösen Kreislaufs mit Doppler-Strömungsdetektoren; physiologische, pathophysiologische und klinische aspekte. *«Zbl. Phleb.»*, 8:212;1969.
- Bollinger, A. y colaboradores: «Direktionale» Doppler-Strömungsdetektoren. Eine neue untersuchungsmöglichkeit des peripheren Kreislaufs. *«Zbl. Phleb.»*, 2.72;1970.
- Brinker, R. A. y colaboradores: Detection of carotid artery bifurcation stenosis by Doppler Ultrasound. *«J. Neurosurg.»*, 29:143;1968.
- Brockenbrough, E. C.: A method for assessing the circulation distal to a femoral artery. *«Surg. Gyn. Obst.»*, 129:538;1969.
- Brockenbrough, E. C.: Screening for the prevention of stroke: use of a Doppler flowmeter.
- Brown, R. E.: Detection of intrauterine death. *«Amer. J. Obst. Gyn.»*, 102:965;1968.
- Brown, R. E.: Use of Ultrasonic Doppler techniques. Post-Graduate Course, marzo 1969.
- Carter, St. A.: Clinical measurement of systolic pressures in limbs with arterial occlusive disease. *«J. A. M. A.»*, 207:1.869;1969.
- Damascelli, B. y colaboradores: Possibilità diagnostica degli ultrasuoni in Ginecologia. *«Att. Ost. Gin.»*, 13:547;1967.
- Edmonds-Seal, J.: Air embolism diagnosed with ultrasound. *«Brit. J. Anaesth.»*, 24:438;1969.
- Evans, D. S. y Cockett, F. B.: Diagnosis of deep-vein thrombosis with an ultrasonic Doppler technique. *«Brit. Med. J.»*, 802;1969.
- Folse, R.: Directional flow detection for localizing venous valvular incompetency. *«Surgery»*, 67:114;1970.
- Gillis, M. F. y colaboradores: In vivo detection of circulating gas emboli associated with decompression sickness using the Doppler flowmeter. *«Nature»* 217:965;1968.
- Gillis, M. F. y colaboradores: Detection of circulating gas emboli with external sensor. *«Science»*, 161:579;1968.
- Gillis, M. F. y colaboradores: Detection of gas emboli associated with decompression using the Doppler flowmeter. *«J. Occupational Med.»*, 245;1969.
- Grossman y colaboradores: Ultrasound and the Subclavian Steal Syndrome. *«Radiology»*, 94:1;1970.
- Johnson, W. L. y colaboradores: Observations of placental blood flow with a Doppler flowmeter. *«Amer. J. Obst. Gyn.»*, 100:1.125;1968.
- Kemmerer, W. T.: Doppler shifted ultrasound history and applications in clinical medicine. *«Minnesota Med.»*, 52:503;1969.
- Kemmerer, W. T.: Indirect measurements of human blood pressure by the Doppler ultrasonic technique. *«Surgical Forum»*, 18:164;1967.
- Kirby, R. R.: Transcutaneous Doppler measurement of blood pressure. *«Anesthesiology»*, Julio 1969.
- Leu, H. J.: Die moderne messtechnische beurteilung venöser erkrankungen. *«Med. Welt.»*, 20:2.242;1969.
- Leu, H. J.: Moderne funktionelle untersuchungsmethoden zur routinediagnostik der venenerkrankungen. *«Zbl. Phleb.»*, 8:23;1969.
- Maroon, J. C. y colaboradores: Detection of minute venous air emboli with ultrasound. *«Surg. Gyn. Obst.»*, 127:1.236;1968.
- Miyazaki, M.: Mesurement of cerebral blood flow by ultrasonic Doppler technique. *«Jap. Circ. J.»*, 32:315;1968.
- Morgan, J. L. y colaboradores: Doppler shifted ultrasound. *«Minnesota Med.»*, 52:503;1969.
- Rittenhouse, E. A. y colaboradores: A method for assessing the circulation distal to a femoral artery obstruction. *«Surg. Gyn. Obst.»*, 129:538;1969.
- Roversi, G. D. y colaboradores: Elaborazione elettronica dei segnali ultrasonici del cuore fetale, del funicolo e della placenta. *«Ann. Ost. Gin.»*, 90:253;1968.
- Roversi, G. D. y colaboradores: La localizzazione della placenta con ultrasuoni. *«Ann. Ost. Gin.»* 90:813;1968.
- Rushmer, R. F. y colaboradores: Clinical applications of a transcutaneous ultrasonic flow detector. *«J. A. M. A.»*, 199:326;1967.

- Sampson, D. y colaboradores: Ultrasonic blood flow measurement in haemodialysis. «Brit. Med. J.», 340:1970.
- Sigel, B. y colaboradores: A Doppler ultrasound method for diagnosing lower extremity venous disease. «Surg. Gyn. Obst.», 127:339;1968.
- Sigel, B. y colaboradores: Comparison of clinical and Doppler ultrasound evaluation of confirmed lower extremity venous disease. «Surgery», 332:1968.
- Sigel, B. y colaboradores: Evaluation of Doppler ultrasound examination in the diagnosis of lower extremity venous disease. «A. M. A. Arch. Surg.», enero 1970.
- Sigel, B. y colaboradores: A Doppler ultrasound method for distinguishing laminar from turbulent flow. «Jour. Surg. Res.», enero 1970.
- Spencer, M. P.: Development of bubbles in venous and arterial blood during hyperbaric decompression. «Bull. Mason Clin.», 22:1968.
- Spencer, M. P.: Experiments on decompression bubbles in the circulation using ultrasonic and electromagnetic flowmeters. «J. Occupational Med.», 11:238;1969.
- Strandness, D. E. Jr. y colaboradores: Transcutaneous directional flow detection. «Amer. Heart J.», 78:65;1969.
- Strandness, D. E. Jr. y colaboradores: Application of a transcutaneous Doppler flowmeter in evaluation of occlusive arterial disease. «Surg. Gyn. Obst.», 122:1.039;1966.
- Strandness, D. E. Jr. y colaboradores: Ultrasonic flow detection. «Amer. J. Surg.», 113:311;1967.
- Strandness, D. E. Jr. y colaboradores: Clinical applications of a transcutaneous ultrasonic flow detector. «J. A. M. A.», 199:1967.
- Strandness, D. E. Jr. y colaboradores: The ultrasonic velocity detector for determining vascular patency in renal homografts. «Transplantation», 8:296;1969.
- Summer, D. S. y colaboradores: The ultrasonic velocity detector in a clinical study of venous disease. «Arch. Surg.», 97:75;1968.
- Thulesius, O. y colaboradores: Ultraljudsregistrering ab perfert blodflöde. «Nord. Med.», 82:1.219;1969.
- Yao, S. T. y colaboradores: Pulse examination by an ultrasonic method. «Brit. Med. J.», 555;1968.
- Yao, S. T. y colaboradores: Ankle systolic pressure measurements in arterial disease affecting the lower extremities. «Brit. J. Surg.», 56:676;1969.