

## Estado actual de la determinación de la velocidad del flujo sanguíneo con el fluxómetro ultrasónico de Doppler

Dr. ANTONIO PEDRAZA

Christian Johan Doppler, destacado físico-matemático austríaco de fines del siglo XVIII, mediante razonamientos teóricos emite un principio que más de un siglo después sería la base para que Dean K. Franklin desarrollara el fluxómetro ultrasónico de Doppler. El principio o efecto Doppler es en forma resumida lo siguiente: un sonido de alta frecuencia (10 megaciclos: 10.000.000 ciclos por/s) es transmitido por medio de un cristal de titanato de bario a la corriente sanguínea. Parte de las ondas emitidas son reflejadas como ecos y recogidas por un segundo cristal colocado al lado del anterior. Estas ondas difieren de las primeras en una cantidad que es proporcional a la velocidad del blanco, que en este caso son los corpúsculos sanguíneos.

Desde 1958 en que Franklin y Ellis (1) publican el primer trabajo sobre "fluxometría ultrasónica pulsada" muchos investigadores realizan trabajos haciendo interesantes aportes sobre la velocidad sanguínea en diversos procesos utilizando el fluxómetro uni y bidireccional. Así el estudio de las arritmias realizado desde la periferia (2, 3, 4) en forma transcutánea y desde la aurícula derecha (5), arterias coronarias (8), arteria renal (6), cavidades cardíacas y grandes vasos (7), vena cava (5), etc., con el catéter fluxómetro demuestran el efecto deletéreo de las taquicardias paroxísticas (TPV) ventriculares pudiendo causar, en pacientes con enfermedad coronaria (8) o infarto agudo de miocardio especialmente, una disminución del flujo coronario que puede desencadenar una fibrilación ventricular con muerte súbita. En los primeros latidos de la taquicardia se produce una gran caída del pico de velocidad de flujo (PVF) que en estos pacientes puede ser fatal (8). Esto no ocurre en las arritmias ventriculares lentas en las que se ponen en funcionamiento una serie de mecanismos compensadores (8); así, en las bradicardias sinusales con extrasístoles ventriculares bigeminadas, éstas por lo general son interpoladas llevando a un aumento del PVF por minuto (3). También se demuestra en la taquicardia ventricular que el PVF, por lo tanto la onda del pulso periférico, es permanentemente desigual en altura, debido a la diferente contribución auricular que se produce ciclo a ciclo por la disociación aurículo ventricular (3). Este efecto negativo de la TPV se observa en todos los niveles estudiados. También en el campo de las arritmias se demuestra que la contribución auricular se pone de manifiesto cuando la frecuencia cardíaca es superior a 100 p.m. o el R-R- es menor de 0.60" y el P-Q oscilaba entre 0.02" y 0.22" (3). Estos hallazgos de gran importancia para las unidades de terapia intensivas y cuidados coronarios sugirió la fabricación de un equipo de monitoreo simultáneo de ECG y PVF arterial capaz de suministrar en forma automática, y en relación a un patrón dado, el cambio en porcentaje del PVF por minuto y por latido (3). Por último se puede afirmar que el método adquiere un gran valor didáctico en la enseñanza de los cambios hemodinámicos periféricos durante las arritmias cardíacas.

En la insuficiencia cardíaca con pulso alternante y en estudios realizados con el método transcutáneo (3) se demuestra: a) que la alternancia mecánica es muchas veces intermitente, b) que puede pasar inadvertida al examen

del pulso porque los cambios de la altura de las ondas es de poca magnitud, c) que la altura de la onda grande (OG) y de la pequeña (OP) puede variar haciéndose mayor o menor la diferencia entre las mismas por períodos relativamente cortos, d) que estos cambios en el patrón de la altura se producen en la gran mayoría de los casos por arritmias que pueden ser, inclusive, sinusales pero que por lo general son extrasístoles ventriculares, e) que esta última arritmia provoca, en estos pacientes, un serio deterioro hemodinámico, f) que la semisuma de la OG más la OP en los diferentes patrones alternantes comparadas con la semisuma de dos PVF no alternantes no evidenció diferencias estadísticamente significativas, g) que la altura del PVF es menor en la insuficiencia cardíaca y h) que la misma aumenta en forma altamente significativa después de la administración de la digital.

En los procesos vasculares periféricos agudos y crónicos el método ha resultado de una valiosa ayuda debido a la sencillez, inocuidad y mínimo costo de los estudios que permite repetir los mismos a voluntad (3, 9, 10, 11). En los casos agudos el estudio pre, intra y postoperatorio permite una valoración precisa del paciente. En ningún momento se pretende dejar de lado el examen radiológico especializado sino por el contrario complementarlo. No debemos olvidar por otro lado que este último es un método invasivo y que suele producir complicaciones, como por ejemplo accidentes arteriales o graves reacciones al medio de contraste.

Yao y col. (12, 13, 14) demostraron el extraordinario valor para determinar el número y el nivel anatómico de las lesiones oclusivas en las arterias de los miembros inferiores.

En la pericarditis con derrame se ha encontrado (3) un tipo de onda característico, que fue descrita como imagen "en tres dedos", con disminución de la altura total de la misma. Se pudo observar como desaparecía esta morfología para recuperar la normal con la punción evacuadora o pericardiectomía.

En los defectos del tracto de salida de ventrículo izquierdo existen patrones perfectamente establecidos (2, 3) y que son de importancia para valorar la gravedad de las mismas y seguir la evolución de los intervenidos quirúrgicamente o, en el caso de estenosis subaórtica hipertrófica dinámica, el tratamiento con los bloqueadores beta adrenérgicos.

Recientemente Benchimol (15) y colaboradores prueban la importancia del método para estudiar en forma no invasiva la insuficiencia tricuspídea determinando el PVF en la vena yugular.

No escapará al lector el valor de la determinación del PVF sanguíneo como método de rutina en los procesos cardiovasculares y venosos siendo de gran ayuda para el crujano cardiovascular y para el cardiólogo como complemento de los estudios fonomecanocardiográficos.

## BIBLIOGRAFIA

- Franklin, D. L.; Elli, R. M. (Intr. by Stutzman, J. W.): A pulsed ultrasonic flowmeter Federation Proceedings 1: 12, 25, 1958.
- Benchimol, A.; Pedraza, A.; Brener, L. et al: Transcutaneous measurement of arterial flow velocity with a Doppler flowmeter in normal subjects and in patients with cardiac dysfunction. Chest 57: 69-78, 1970.
- Pedraza, A.: Determinación transcutánea del pico de velocidad de flujo arterial en sujetos sanos y con padecimientos cardiovasculares con el fluxómetro ultrasónico de Doppler. Tesis doctoral. Univ. Nac. de Córdoba, 1973, p. 24-65.
- Benchimol, A.; Maroko, P. R.; Pedraza, A. et al: Continuous measurement of arterial flow velocity in man during cardiac arrhythmias (abstract). Circulation 38: (suppl. 4) 41, 1968.
- Benchimol, A.; Stegall, H. F.; Gartlan, J. L. et al: Right atrium and superior vena cava flow velocity in man measured with the Doppler-catheter flowmeter-telemetry system. Amer. J. med. 48: 303, 309, 1970.
- Benchimol, A.; Desser, K. B.: Phasic renal artery blood flow velocity in man during cardiac arrhythmias. Amer. J. Med. Sciences 261: Nº 3, marzo 1971.
- Benchimol, A.; Desser, K. B.; Gartlan, J. L.: Bidirectional blood flow velocity in the cardiac chambers and great vessels studied with the Doppler ultrasonic flowmeter. Amer. J. Med. 52: 467-472, 1972.
- Benchimol, A.; Desser, K. B.; Matsuo, S. et al: Coronary artery flow velocity curve during

- ventricular tachicardia; investigations on possible mechanisms of sudden death. *Chest* 61: 676-677, 1972.
9. Pedraza, A.; Garibotti, J. J.: El valor del fluxómetro ultrasónico de Doppler en los procesos vasculares periféricos. 3ª reunión científica, Sociedad Argentina de Cardiología, Alta Gracia, Córdoba, junio 1974.
  10. Strandness, D. E.; Mc Cutcheon, E. P.; Rushmer, R. F.: Application of a transcutaneous Doppler flowmeter in evaluation of occlusive arterial disease. *Surg. Gynec. Obst.* 122: 1039-45, 1966.
  11. Strandness, D. E.; Schuttz, R. D.; Summer, D. S. et al: Ultrasonic flow detection. A useful technique in the evaluation of peripheral vascular disease. *Amer. J. Surg.* 113: 311, 20, 1967.
  12. Yao, J. S. T.; Needham, T. N.; Gournos, C. et al: A comparative study of strain-gauge plethysmography and Doppler ultrasound in the assesment of occlusive arterial disease of the lower extremities. *Surg.* 71: 4-9, 1972.
  13. Yao, J. S. T.: Experience with the Doppler ultrasound flow velocity meter in peripheral vascular disease, in Gillespie J. A. editor: *Modern trends in vascular surgery*. London, Butterworth & Co 1, p. 281.
  14. Yao, J. S. T.: New techniques in objective arterial evaluation. *Arch. Surg.* 106: 600, 4, 1973.
  15. Benchimol, A.; Harris, C. C.; Desser, K. B.: Non invasive diagnosis of tricuspid insufficiency utilizing the external Doppler flowmeter probe. *Amer. J. Cardiol.* 32: 868-783, 1973.