

Fluxometría ultrasónica en arteriopatías obstructivas de miembros inferiores (*)

JUAN JORGE VILLA

Angiólogo del Departamento de Cardiología (Jefe: Dr. Elías J. Sales).
IV Cátedra de Medicina. Universidad de Buenos Aires.
(República Argentina).

Todavía es vigente que una buena exploración clínica permite en la mayoría de los casos afirmar un diagnóstico exacto o con bastante aproximación de las enfermedades vasculares periféricas. No obstante ello, la posibilidad que hemos tenido de disponer para la práctica diaria de un nuevo aparato de sencilla aplicación y, fundamentalmente, no cruento que nos procura información sobre las modificaciones de la velocidad del flujo sanguíneo, nos lleva a presentar nuestra todavía pequeña experiencia, ya que es muy poco el tiempo que llevamos usándolo, con el empleo de un detector ultrasónico de la velocidad del flujo sanguíneo, basado en el efecto Doppler (Fluxómetro Doppler 802, Parks Electronics, Beaverton, Oregon, Estados Unidos), que además deja medir percutáneamente la tensión arterial sistólica en reposo y postejercicio de los miembros inferiores, todo ello para evaluar la intensidad de gravedad de una insuficiencia arterial.

En 1842, un destacado físico y matemático austríaco, **Christian Johan Doppler**, llamó la atención sobre el hecho de que el color de un cuerpo luminoso, lo mismo que la altura de un cuerpo sonoro, debía cambiar a consecuencia del movimiento relativo de dichos cuerpos y del observador. Esta hipótesis, llamada «efecto Doppler», se aplica a toda clase de ondas en general. En nuestro caso, ondas sonoras. Recientemente, **Franklin y Ellis**, en 1958, aplicaron esta hipótesis y publicaron el primer trabajo sobre «Fluxometría ultrasónica pulsada».

El fluxómetro ultrasónico emite un sonido de alta frecuencia (10 megaciclos) hacia la corriente sanguínea a través de la piel. Parte de estas ondas son reflejadas como un eco y recogidas en el aparato, ondas que difieren de las primeras en forma proporcional a la velocidad de la sangre. Es decir, el sonido reflejado desde un objeto en movimiento, en este caso la sangre, sufre un cambio de frecuencia. La diferencia de frecuencia del sonido emitido y sonido reflejado por la sangre da la medida de la velocidad sanguínea.

$$\text{Fórmula Doppler: } (F_e - F_r) = F \frac{2v \cos \alpha}{C}$$

(*) Trabajo presentado a las VII Jornadas Argentinas de Angiología, Mendoza, 1975.

donde: F = diferencia absoluta en frecuencia entre señal emitida (F_e) y señal recibida (F_r). v = velocidad del medio reflectante (velocidad de la sangre). a = ángulo entre los ejes acústicos y la velocidad de la sangre. C = velocidad del sonido en la sangre.

El aparato está constituido por un generador de 10 megahertz, un analizador de frecuencia, un transductor constituido por un cilindro metálico en forma

de lápiz con dos cristales engarzados en el extremo distal; uno emisor, de titanato de bario, y otro receptor de las ondas ultrasónicas, y un audífono o un parlante. Este equipo determina la velocidad del flujo sanguíneo solamente en forma unidireccional, es decir que no lo hace con el flujo retrógrado.

Para examinar la arteria, el paciente debe estar acostado y relajado. El transductor se coloca sobre el trayecto de la arteria a estudiar, con una inclinación aproximada de 45° y contra el sentido de la corriente sanguínea, interponiendo entre la piel y el cilindro un gel para transmisión de sonidos ultrasónicos (Aquasonic 100 Parker Lab.). De esta manera se oye la señal del sonido a través del audífono o parlante; lo que nos permite detectar el movimiento de la sangre y valorar la velocidad del flujo. En personas normales, esta señal sonora tiene dos componentes y a veces tres. El primero se debería a la sístole cardíaca o período expulsivo; es intenso y agudo. El segundo, y el tercero cuando existe, son menos intensos y más graves a la vez que menos duraderos que el primero; se deberían a la complacencia arterial.

Conectando el fluxómetro a un electrocardiógrafo corriente adaptado para el caso, se registra un flujo sanguíneo pulsátil por medio de una curva

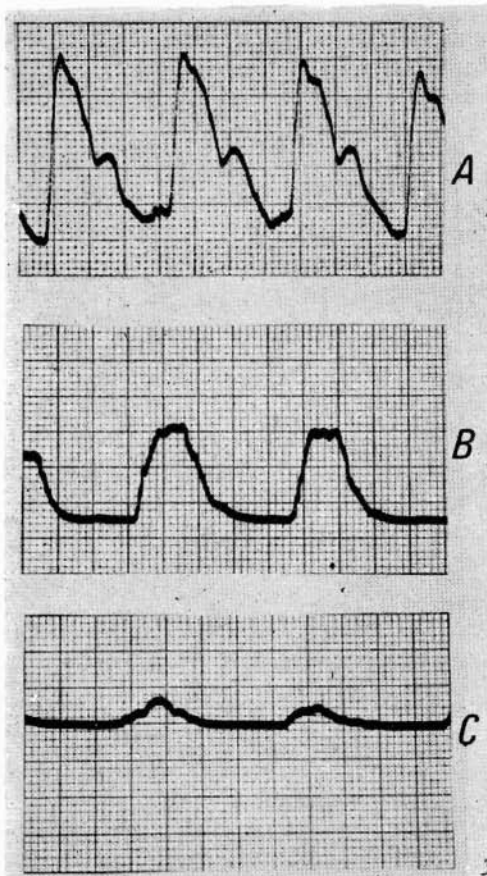


Fig. 1. A) Onda normal. B) y C) Ondas anormales: el ascenso y descenso de la onda son lentos con pico redondeado o mellado.

va que comienza aproximadamente a los 0.10, 0.16 y 0.20 segundos después de la onda «Q» del electrocardiograma, en las arterias humeral, radial y pedia.

El ascenso de la onda es rápido y llega a un pico agudo que se produce a los 0.10 segundos más o menos, seguido de un descenso, también más o

menos rápido, mostrando una onda dicrota cuyo significado no está muy bien aclarado todavía (fig. 1-A).

Consideramos la arteria humeral con un valor de 100 %, como lo hacen otros autores, en relación a las otras arterias, ya que presenta la mayor altura de pico de velocidad de flujo cuando no existe obstrucción, aparte de que se trata de una arteria bastante difícil de que presente patología.

Cuando el ascenso y descenso de la onda son lentos y presentan un pico redondeado o mellado indica baja velocidad del flujo arterial, lo que implica pobre perfusión tisular (fig. 1-B y C).

Basados en los estudios de **Yao** y colaboradores, procedemos también a la medición segmentaria de la presión arterial sistólica en los miembros inferiores utilizando el transductor como estetoscopio, estudio que nos permite com-

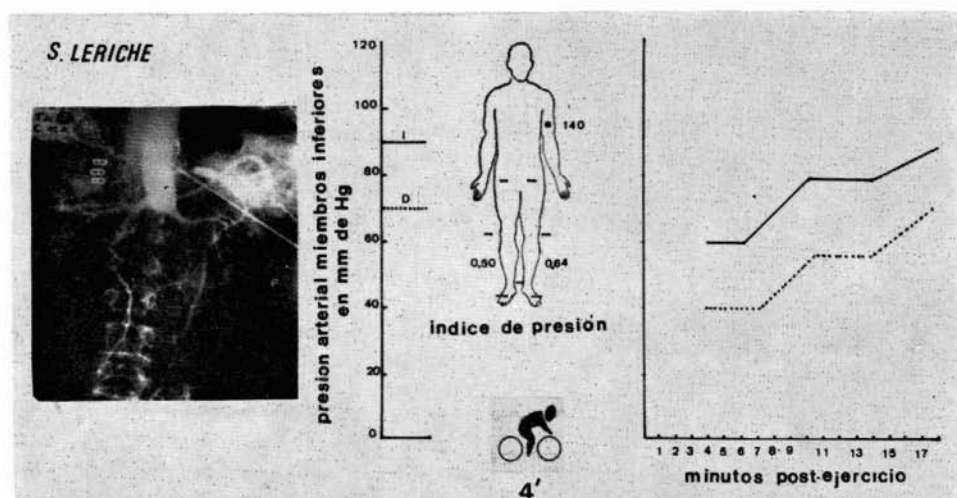


Fig. 2. Estudio de un caso, con angiografía, tensiones arteriales oscilométrica y fluxometría ultrasónica.

pletar la valoración del grado de insuficiencia arterial. En condiciones normales, la presión arterial sistólica del tobillo, tomada en arterias tibial posterior o pedia, es igual o superior a la del brazo. **Yao** determinó un «Indice de Presión» dividiendo la presión arterial sistólica del tobillo por la del brazo; índice que en personas normales es igual a 1 ó algo más, mientras que en los enfermos con oclusión arterial fue siempre menor de 1. Cuanto menor es el índice, más importante es la pobreza de perfusión tisular. Nuestros estudios permitieron confirmar estos hallazgos.

Teniendo en cuenta la presión arterial sistólica de los miembros inferiores en reposo detectada por Doppler, podemos evaluar con más exactitud el grado de isquemia haciendo realizar ejercicio al enfermo, en nuestros casos con bicicleta ergométrica, y detectar la presión arterial tras el ejercicio. En condiciones

normales queda igual o sube algo, mientras que en las arteriopatías obstructivas **desciende** con el ejercicio y lo hace tanto más cuanto mayor es la isquemia, **volviendo** a cifras de reposo después de un período que será también mayor **cuanto** más acusada sea la insuficiencia arterial (fig. 2).

Este método de estudio tiene, además de lo expuesto, un valor muy importante para el control de los enfermos sometidos a cirugía arterial, en el sentido de descubrir precozmente oclusiones posquirúrgicas, como también para valorar el empleo de las drogas.

RESUMEN

Se comenta al fluxómetro ultrasónico construido según el llamado «efecto Doppler» que permite estudiar las modificaciones de la velocidad del flujo sanguíneo y medir por vía percutánea la presión arterial sistólica en reposo y postejercicio de los miembros inferiores, valorando así el grado de insuficiencia arterial.

SUMMARY

Author's experience with an ultrasonic flow detector (Doppler) in arterial insufficiency diagnosis is presented.

BIBLIOGRAFIA

1. **Buzzi, A.**: Diagnóstico de las afecciones vasculares periféricas mediante un detector ultrasónico del flujo sanguíneo. «Revista Argentina de Angiología», 4:54, 1970.
2. **Benchimol, A.; Pedraza, A.; Maia, I. C.**: Telemetría del flujo arterial en el hombre con el fluxómetro ultrasónico de Doppler. «Arch. Inst. Card. Mexico», 38:818, 1968.
3. **Kitaink, E.; Breyter, E.; Siano Quirós, R.**: Comunicación personal.
4. **Matrorell, F.**: «Angiología», Salvat Editores, 1967.
5. **Moreno de Arcos, A.**: Papel de la ultrasonografía dentro de la exploración del enfermo angiológico arterial. XX Jornadas Angiológicas Españolas. Santander (España), 1974.
6. **Moreno de Arcos, A.**: La ultrasonografía con el Doppler ultrasónico y su relación con la angiografía. II Congreso de Cirugía Cardiovascular, Barcelona (España), 1974.
7. **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 Doctorado», Córdoba (Argentina), 1973.
8. **Resnick, R. y Halliday, D.**: «Física», 1973, pág. 676.
9. **Welsh, P. y Repetto, R.**: Aplicación del Doppler en el estudio de las oclusiones arteriales de los miembros inferiores. Sesión Soc. Arg. de Angiología, 1975.