

EL DETECTOR ULTRASONICO VASCULAR EN EL ESTUDIO DE LAS IMPOTENCIAS

Dr. Berstein, Pacual H. - Dr. Santucho, Néstor - Dr. Tursi, Osvaldo H. - Dr. Rosenfeld, Claudio -
Dr. Rosas, Guillermo - Dr. Garao, Aníbal

El presente trabajo tiene como fin relatar nuestra experiencia con el uso del monitor ultrasónico vascular en el estudio de las impotencias.

Esta patología en el pasado sólo se estudiaba desde el punto de vista psicológico, neurológico y hormonal; no hace mucho tiempo que el factor vascular fue incluido, y sólo comenzó a aceptarse cuando los estudios realizados determinaron la alta incidencia de esta enfermedad en pacientes que presentaban insuficiencia circulatoria en el pene.

La historia clínica de un paciente que se estudia por impotencia debe ser lo más completa posible, debiendo en todas las oportunidades completarse con una historia clínica psicológica.

El interrogatorio debe estar dirigido a ciertos puntos en particular que resultan imprescindibles, tales como características de la libido; antecedentes de homo o heterosexualidad; presencia o ausencia de erección (grado de turgencia, tipo de erección, calidad y estímulos que la provocan); características de sus relaciones sexuales; eyaculación (cantidad, tipo, momento en que se produce) y detumescencia.

Tan solo luego de una prolija anamnesis se pasa al examen físico, el cual será en edad y completo, aunque se profundizará en el área mental.

Dentro de los exámenes complementarios se solicitarán los análisis de laboratorio de rutina y aquellos que pueden confirmar y/u orientar hacia enfermedades asociadas o a déficit hormonal.

Se estudiarán los potenciales provocados, incluyendo los reflejos y la electromiografía. La medición de la tumescencia peniana nocturna (TPN). Electroencefalograma y exámenes radiológicos como el cavernosograma y espongiograma.

Dejamos para el final el examen vascular, por ser el que nos interesa tratar; el mismo debe completarse con un exhaustivo examen de los pulsos arteriales y fondo de ojos; se puede realizar pletismografía peniana. La arteriografía selectiva de la hipogástrica estará indicada según las distintas escuelas con fines diagnósticos o, en caso de eventual intervención quirúrgica, para planear la táctica a seguir en los pacientes en que la insuficiencia vascular estuvo previamente determinada por métodos incruentos, como el detector ultrasónico vascular, motivo de nuestro trabajo.

El efecto Doppler fue descrito por su autor en 1847 y más de cien años debieron pasar hasta que fue aplicado en los monitores ultrasónicos.

No describiremos la fórmula en que se basa, pues carece de utilidad práctica.

Los equipos, como ya describiremos, están formados por varios elementos, el más importante e imprescindible es el *transductor* o *sonda*: los mismos poseen en su extremo dos cristales piezoeléctricos, un cristal emisor, que trasmite a través de la piel sonidos de alta frecuencia, entre 5-10 MHz, generados por un emisor, que llegan y atraviesan las paredes vasculares y rebotan como ecos en los corpúsculos sanguíneos, y siguiendo la misma dirección, pero en sentido contrario, son captados por el otro cristal, cristal receptor. Las ondas recibidas son distintas a las emitidas en una cantidad que es proporcional a la velocidad de los corpúsculos sanguíneos, o lo que es igual, a la velocidad de la sangre.

Recordemos que el enunciado de Christian Doppler decía "que un sonido reflejado por un objeto en movimiento sufre un cambio de frecuencia proporcional a la velocidad de dicho objeto". Esta *diferencia de frecuencia* es la que da el sonido o señal audible

$$\text{Frecuencia emitida} - \text{Frecuencia recibida} = \text{Diferencia de frecuencia} \longrightarrow \text{señal audible.}$$

Los límites de la audibilidad humana oscilan entre 40-20.000 ciclos por segundo.

La frecuencia del sonido emitido es de 5-10.000.000 de ciclos por segundo (5-10 MHz).

Por eso la señal audible es la diferencia entre la frecuencia emitida y la recibida, modificada proporcionalmente a la velocidad de la sangre.

La velocidad de la sangre varía entre 0-100 cm/segundo.

Según la velocidad de la sangre, el tono de la señal audible se modifica.

Menor velocidad \longrightarrow menor diferencia de frecuencia \longrightarrow menor tono de la señal.
Mayor velocidad \longrightarrow mayor diferencia de frecuencia \longrightarrow mayor tono de la señal.

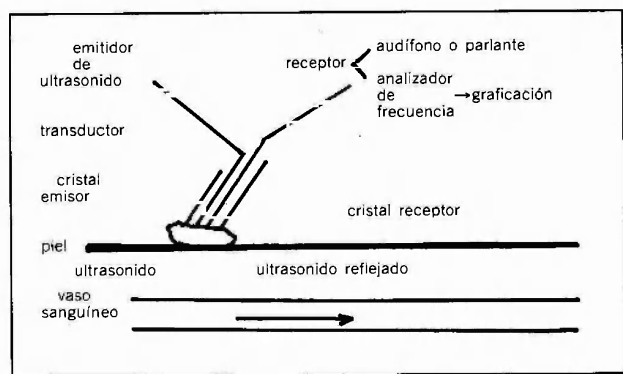


Figura 1

Los equipos bidireccionales permiten identificar e incluso separar los flujos anterógrados de los retrógrados. Los no-direccionales detectan ambos flujos, pero no permiten saber su origen.

Este punto tal vez sea el más difícil de entender, pero se clasificará observando los siguientes esquemas:

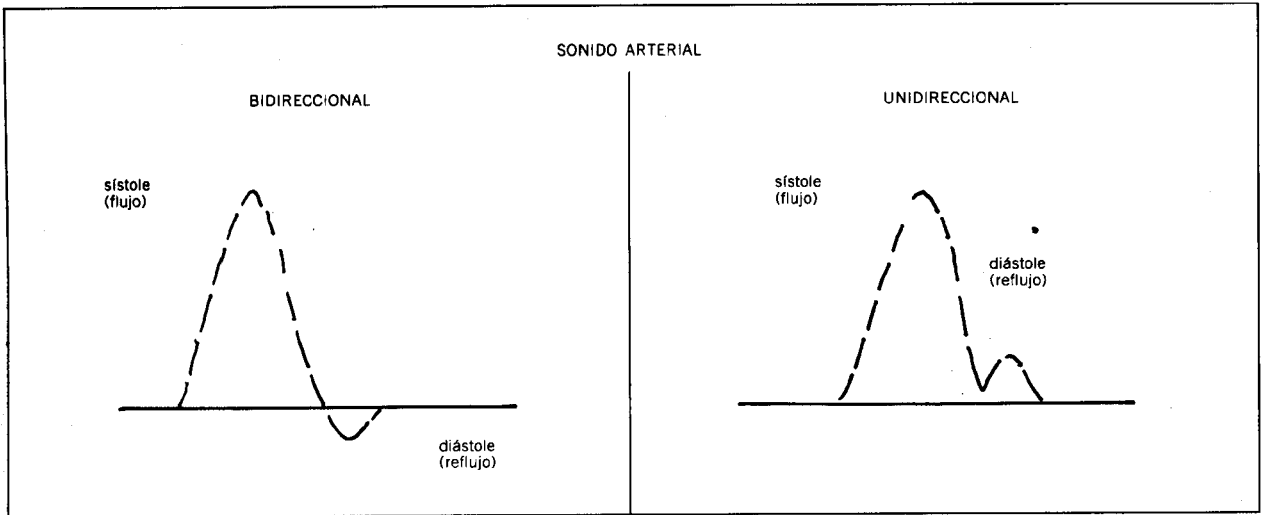


Figura 2. Esquema de un sonido arterial normal con un equipo bidireccional y uno no o unidireccional.

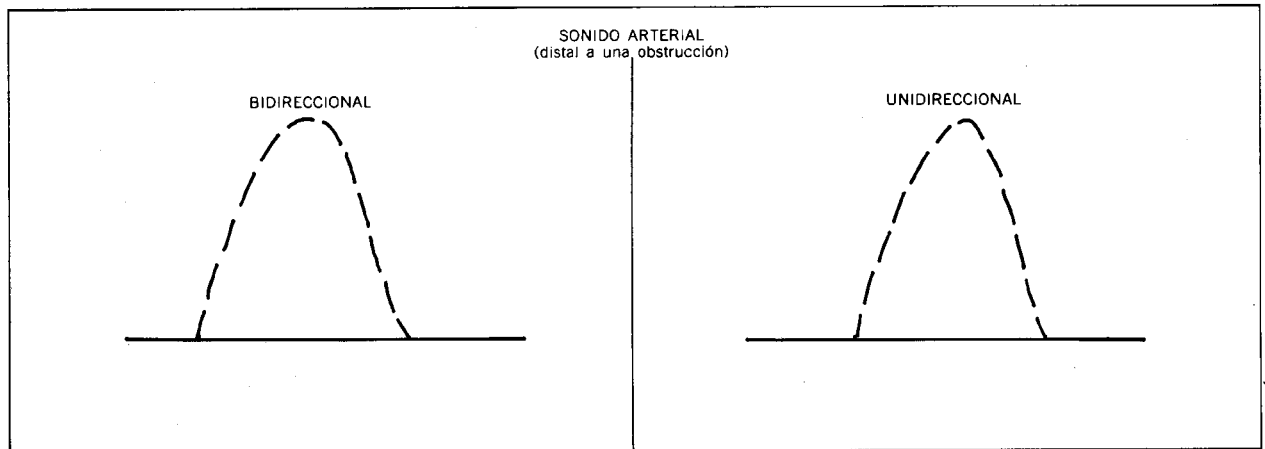


Figura 3. Esquema de un sonido arterial posobstrucción con ambos equipos.

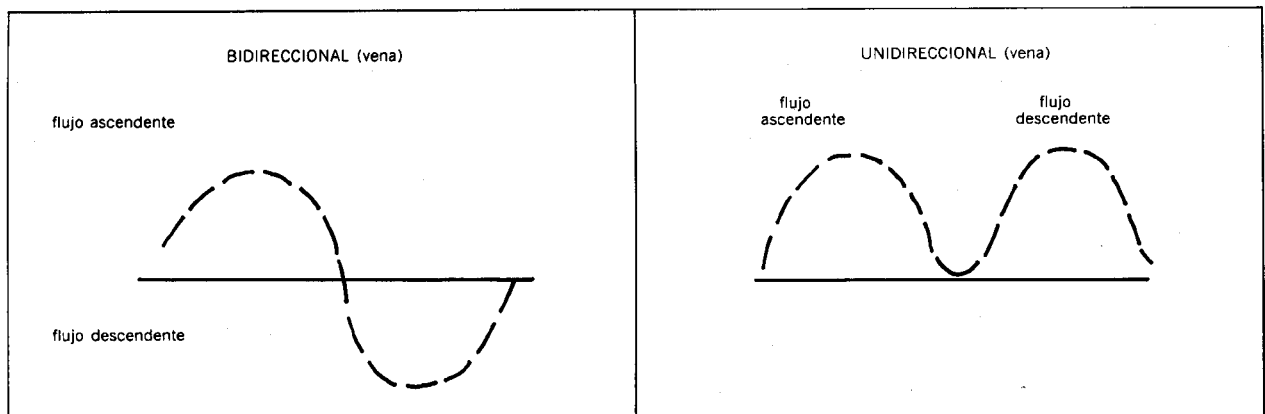


Figura 4. Sonido venoso normal registrado con ambos equipos.

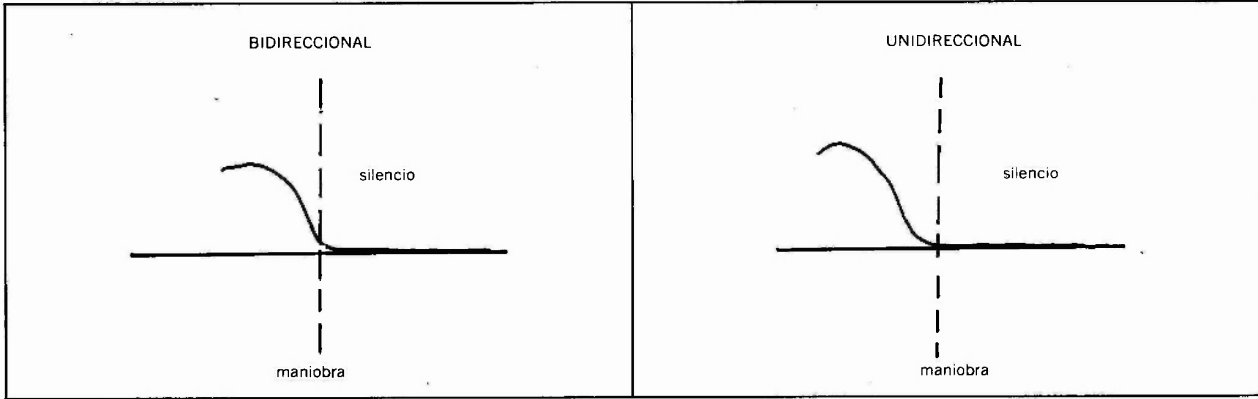


Figura 5. Sonido provocado por una maniobra de Valsalva normal registrado con ambos equipos.

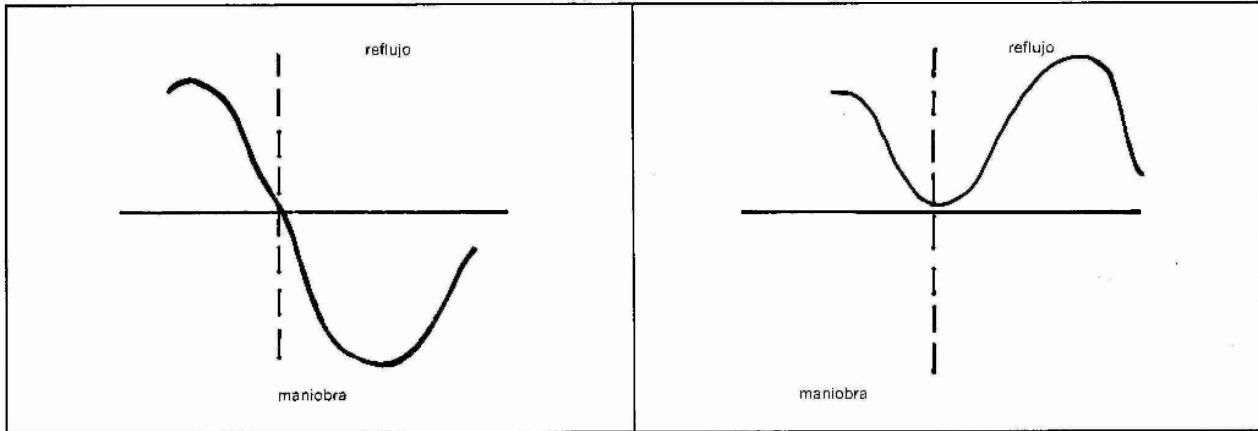


Figura 6. Sonido provocado por una maniobra de Valsalva patológica registrado con ambos equipos.

Sonidos arteriales

Los sonidos arteriales son muy fáciles de reconocer por su sincronismo con los latidos cardíacos; todas aquellas arterias que se encuentran en contigüidad con el transductor pueden ser estudiadas, la mayoría en todo su recorrido.

La señal o sonido arterial tiene tres componentes: uno largo e intenso, que es el sistólico; siempre presente aunque variable en intensidad de tono y duración; un segundo componente (corto) que corresponde al flujo diastólico y un tercer componente inconstante de flujo anterógrado de la telediástole.

Para comenzar es conveniente familiarizarse con los sonidos normales; para ello aconsejamos examinar pacientes sin patología arterial y sobre sus pulsos palpables.

Colocar el transductor interponiendo algún gel entre éste y la piel; luego proceder a una buena ubicación, dirección y angulación; para la ubicación colocar el transductor en distintos lugares hasta obtener la mejor señal.

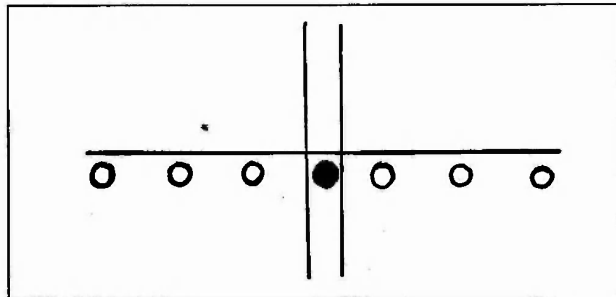


Figura 7. Ubicación del transductor.

Para la dirección, imaginar al transductor como una linterna y dirigir los ultrasonidos como los haces de luz hasta mejorar la señal.

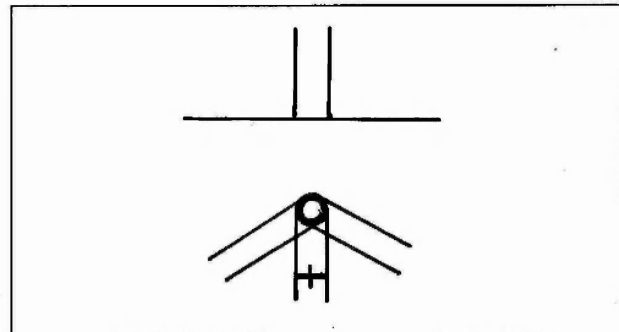


Figura 8. Dirección del transductor.

Con respecto al ángulo el mejor es el de 45°, enfrentando al flujo.

El transductor debe mantenerse con firmeza, ya que el más mínimo movimiento durante el examen dará señales erróneas; pero sin presionar sobre la piel, ya que si ésta es suficiente para comprimirlo totalmente el flujo se detendrá y habrá silencio, y si sólo lo es para estenosisarlo, por reducción de la luz habrá aumento de la velocidad y, por lo tanto, una señal de mayor frecuencia.

El volumen conviene no modificarlo en el transcurso del examen. Una vez familiarizados con los sonidos normales, en los lugares donde tomamos los pulsos, es un buen ejercicio ubicar entre

puntos de trayectoria de la arteria entre puntos sucesivos, por ejemplo: axilar, humeral; radial y cubital; arco palmar y arterias digitales.

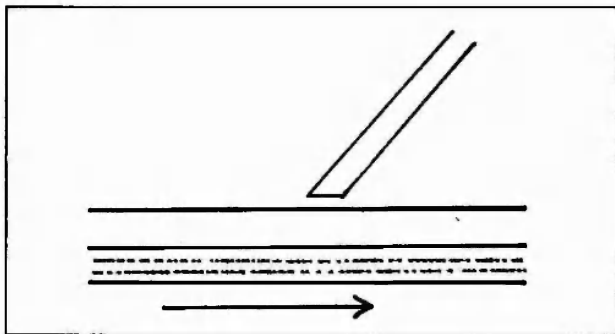


Figura 9. Angulación del transductor.

La ausencia de señal puede deberse a falta total de circulación o que ésta es menor de 6 cm/seg.

Un aumento de la señal puede deberse a una estenosis inmediatamente por encima del sector estudiado, así como la desaparición del segundo componente puede darse si el vaso estudiado recibe sangre por colaterales en caso de una obstrucción proximal.

Gráficos arteriales

El gráfico nos permite determinar cualitativamente la velocidad de flujo, así como sus anomalías en sus distintas fases.

Se utiliza para graficar un electrocardiógrafo comercial; si uno dispone de un detector ultrasónico bidireccional, lo ideal es obtener los registros de flujo anterógrado o retrógrado simultáneamente, aunque por el parlante o audífono uno escucha sólo uno de los flujos.

Como tenemos experiencia con estos equipos en este capítulo nos referiremos a la conexión y gráficos con aparatos no direccionales.

El D.E.P. 2 (de industria argentina) es el instrumento que acoplado al monitor G.R. 2 (también de industria argentina) nos permite determinar en forma gráfica la velocidad relativa.

La variación de la altura de un tono audible es proporcional a la variación de la velocidad del flujo circulante.

El D.E.P. 2 es un convertidor de frecuencia a tensión, de tal manera que entregará una tensión capaz de ser graficada, proporcional a la frecuencia del tono audible y variado en concordancia con ésta.

El transductor del detector ultrasónico debe aquí, más que nunca, ser manejado con mucha precisión, ya que el más mínimo movimiento durante el examen alterará la gráfica; el mismo debe ser sostenido con firmeza pero sin presión sobre la piel; el sonido arterial debe ser nítido y seco, sin ruidos venosos agregados. La mejor señal se obtiene con una inclinación del transductor de 45° con respecto a la piel.

El monitor, el D.E.P. 2 y el ECG se deben interconectar de la siguiente manera:

- 1°) Colocar el cable de acoplamiento entre el orificio de salida para graficación del monitor y el orificio del D.E.P. 2.
- 2°) Conectar el D.E.P. 2 al electrocardiógrafo, por medio del cable especial; un extremo al orificio de salida del D.E.P. 2 y los cocodrilos del otro extremo, en uno, en cada electrodo del ECG en forma indistinta para los cocodrilos negros, el mismo rojo debe conectarse al terminal verde (pierna izquierda).
- 3°) El ECG se colocará en dirección III.
- 4°) El ECG en sensibilidad 0,5 mV/cm.
- 5°) Colocar el control de nivel de salida del D.E.P. 2 totalmente hacia la izquierda.

- 6°) Colocar la llave que marca 48-220 milisegundos en 48 milisegundos.
- 7°) Poner gel al transductor y ubicar la señal arterial.
- 8°) Conectar la aguja inscriptora del ECG.
- 9°) Girar levemente a la derecha el nivel de salida del D.E.P. 2 observando la aguja inscriptora del ECG hasta obtener una amplitud de trazado apropiada.
- 10°) Comenzar a dar avance al papel (nosotros hacemos agregar al equipo de ECG un interruptor de pie, para que ambas manos puedan ser utilizadas con mayor eficacia).

Aclaraciones

La amplitud del registro es independiente de la presión del volumen del monitor.

En ambos la línea de base es igual a 0, o sea ausencia de circulación.

En los equipos bidireccionales las ondas positivas son anterógradas y su aumento de velocidad se traduce por alejamiento de la línea de base (mayor amplitud = mayor velocidad). Las ondas negativas son de reflujo.

Los gráficos de los equipos no direccionales, como se mencionó anteriormente, detectan cambios de la velocidad del flujo, pero no su dirección; en ellos tanto el flujo anterógrado como retrógrado se grafican como positivos, pero se pueden interpretar como negativos; en los casos fisiopatológicamente conocidos conviene aclarar que en los gráficos de los equipos no direccionales puede darse que el gráfico positivo de flujo se continúe con el positivo de reflujo, sin llegar a la línea de base, esto es debido a que el cambio se produce a una velocidad mayor que la que el equipo puede graficar, pudiendo haber suma de señales; efecto semejante al que se produce en un registro electrocardiográfico con las ondas.

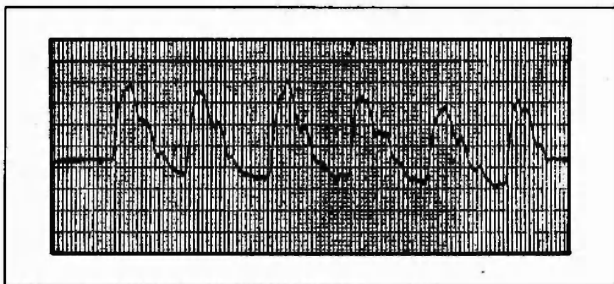


Figura 10. Sonido arterial normal.

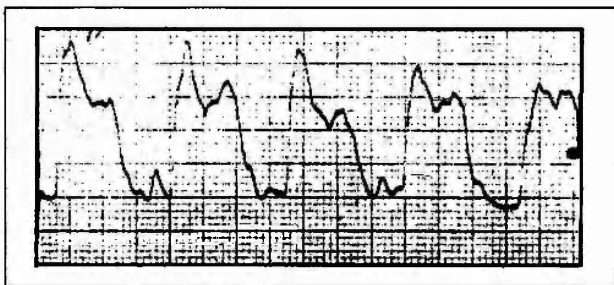


Figura 11. Sonido arterial normal.

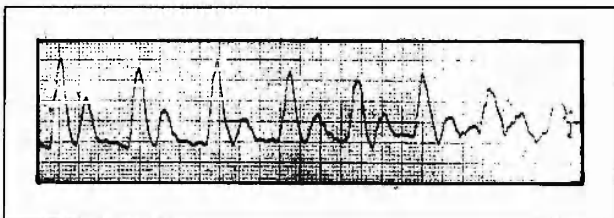


Figura 12. Sonido arterial normal.

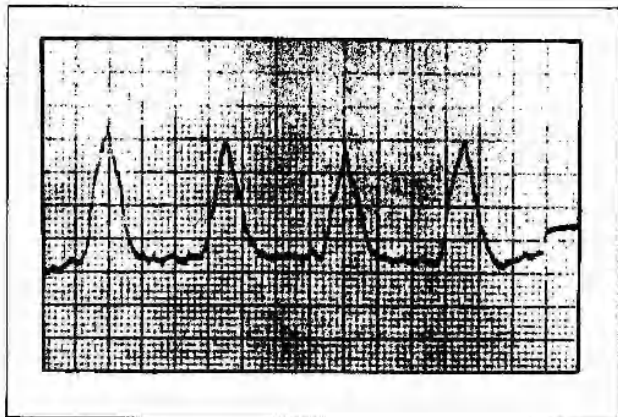


Figura 13. Sonido arterial posobstrucción.

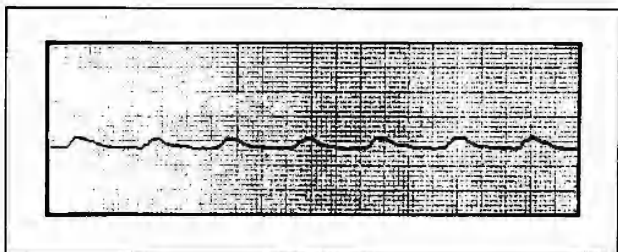


Figura 14. Sonido arterial posobstrucción.

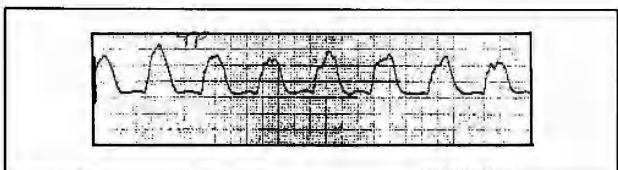


Figura 15. Sonido arterial posobstrucción.

Presión arterial

El estudio de la presión arterial se basa en los trabajos realizados por Stegall en 1968, quien demostró la igualdad de resultados obtenidos tomando la presión arterial basado en los ruidos de Krotokoff con estetoscopio, en forma directa con catéter intraarterial y con el monitor ultrasónico Doppler.

Los valores absolutos de presión no son significativos; esto fue confirmado por nosotros en un trabajo realizado comparativamente entre valores de presión arterial y pulsos, y es el criterio generalizado del resto de los autores.

Lo que sí demostró gran utilidad es el *índice* de presiones. El mismo se calcula dividiendo la presión sistólica del órgano en estudio por la presión en el brazo derecho. Los resultados se pueden informar de tres formas: por el índice, por el porcentaje de circulación efectiva o por el porcentaje de déficit circulatorio.

$$I = \frac{\text{Presión órgano}}{\text{Presión brazo derecho}}$$

Por ejemplo, un miembro con 140 mm Hg de presión y con 140 mm Hg en brazo tendrá un índice igual a 1 ó 100 % de circulación efectiva. Un miembro con 40 mm Hg y 120 mm Hg en brazo tendrá un índice de 0,3 ó 30 % de circulación efectiva o un déficit circulatorio de 70 %.

Aplicaciones en las impotencias

La aplicación del Doppler nos permite detectar anomalías en la circulación del pene; la misma, como sabemos, está dada por las dorsales del pene y las arterias del cuerpo cavernoso, ambas son ramas de la arteria pudendo interna, la que a su vez es una de las ramas de la ilíaca interna o hipogástrica.

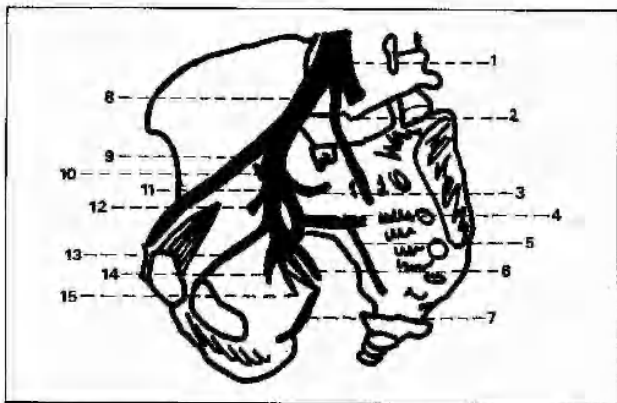


Figura 16. Esquema de la circulación pelviana: 1) aorta; 2) sacra media; 3) sacra lateral; 4) glúteas; 5) sacras laterales; 6) isquiática; 7) pudendo interna; 8) ilíaca primitiva; 9) ilíaca externa; 10) ilioilíaca; 11) ilíaca interna; 12) umbilical; 13) obturatriz; 14) vesical inferior; 15) hemorroidal media.

Las señales arteriales

Correspondientes a las arterias mencionadas se determinan ubicando el transductor hacia la derecha de la línea media sobre la cara dorsal del pene y desplazando el mismo en sentido de las agujas del reloj alrededor del eje del mismo.

Muchas veces resulta difícil poder distinguir entre las señales de la arteria dorsal y la del cuerpo cavernoso; en estos casos es útil parerar el transductor sobre el pene en el sitio donde se está registrando el sonido, ya que el correspondiente a la dorsal desaparecerá por su ubicación superficial por la compresión, mientras que la de la arteria del cuerpo cavernoso permanecerá inalterable o aumentará de intensidad.

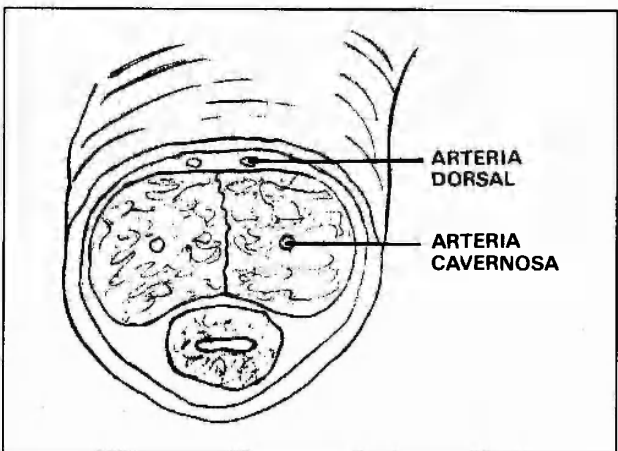


Figura 17. Esquema corte transversal del pene.

En un intento de valorar estas señales, Jevtrich comparó las mismas con la señal arterial del segundo o tercer dedo de la mano izquierda utilizando el siguiente criterio de clasificación:

Normal, cuando hay buen sonido en ambas dorsales y bueno o pobre en las del cuerpo cavernoso y arteria del frenillo.

Positivo, no hay sonido en ambas dorsales; no hay sonido en una dorsal y en una del cuerpo cavernoso o pobres sonidos en ambas dorsales con ausencia de sonido en las cavernosas.

Sospechoso, claro o pobre sonido en ambas dorsales y cuerpo cavernoso o pobre en una dorsal y ausente en cavernoso.

Se estudiaron 93 pacientes impotentes de un total de 149, de los cuales 44 se clasificaron como vasculares con este método, de este grupo, 22 pacientes fueron arteriografiados, confirmándose la patología en 21 (95 %).

Los gráficos arteriales

Pueden ser de gran utilidad para determinar insuficiencias circulatorias; un método sencillo es el de comparar el gráfico obtenido sobre la arteria radial con los correspondientes a una de las arterias dorsales y ambas arterias del cuerpo cavernoso.

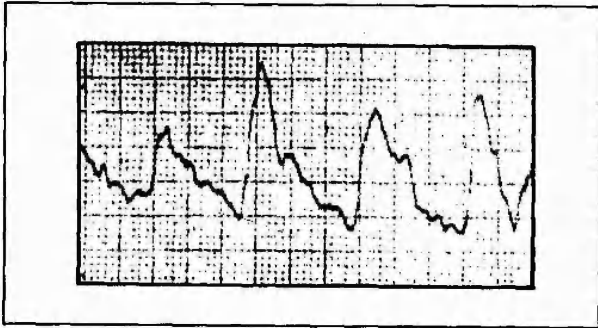


Figura 18. Gráfico arterial correspondiente a la arteria radial de un paciente con impotencia.

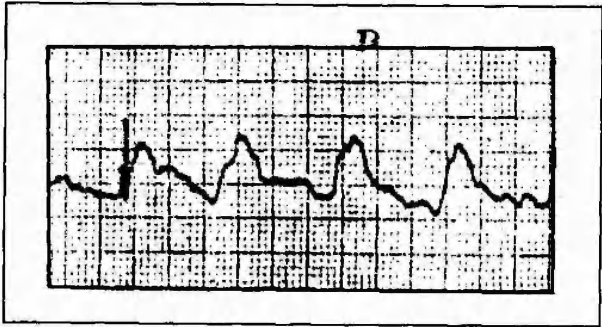


Figura 19. Gráfico correspondiente a la arteria dorsal del pene que muestra disminución de la amplitud y un solo componente.

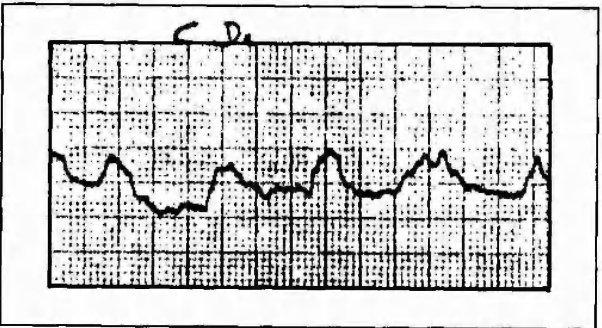


Figura 20. Gráfico correspondiente a una de las arterias cavernosas con potente similar a la anterior.

Si las señales son una línea plana se le da 0 puntos y si es igual a la radial, 3 puntos; las amplitudes intermedias tendrán valores proporcionales a la misma. Se suman los valores obtenidos en las tres arterias; las posibilidades que de aquí surgen tendrán un puntaje que oscilará entre 0 y 9 puntos.

Malvar encontró que los pacientes potentes por él estudiados tenían 5,6 más puntos y los impotentes 4,4 ó inferiores.

Otro método que utiliza la graficación es el descrito por Velcek; el autor calcula un índice que es igual a la aceleración de la arteria radial dividida por la aceleración del pene.

El cálculo de la aceleración se realiza dividiendo el pico de velocidad por el tiempo de ascenso de la onda sistólica.

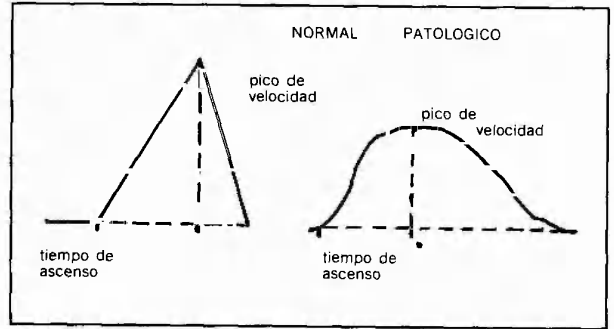


Figura 21. Aceleración del flujo.

Se determina como aceleración del pene a la suma de las aceleraciones de la mejor de las dorsales y de las de ambas cavernosas dividido por tres.

Para comprobar estos resultados se realizaron arteriografías a un grupo de 26 pacientes, y se clasificaron sus lesiones:

- 1) estenosis u oclusión de vasos mayores, hipogástrica o pudenda interna;
- 2) circulación colateral en hipogástrica;
- 3) no visualización de arterias del pene.

Antes de dar los resultados obtenidos conviene aclarar, para su correcto entendimiento, que cuando el flujo es menor el pico sistólico también lo será, y al calcular la aceleración siendo ésta:

$$= \frac{\text{Pico de velocidad}}{\text{Tiempo de ascenso}}$$

lo mismo será menos que en condiciones normales; como el índice es igual a:

$$\frac{\text{aceleración radial}}{\text{aceleración del pene}}$$

cuanto mayor sea el déficit arterial, menor será la aceleración del pene y por lo tanto el índice será mayor.

Los 11 pacientes normales que se estudiaron por este método presentaron un índice de $3,4 \pm 0,4$ (muy semejante al de los pacientes con impotencia neurogénica); los 13 pacientes con impotencia vascular confirmada arteriográficamente presentaron un índice $21,7 \pm 5$. Resumiendo, las patentes encontradas fueron índices mayores de 10 en la insuficiencia vascular y menores de 6 en las no vasculares; cinco pacientes se encontraron con índices mayores de 6 pero menores de 10; de éstos, dos presentaban arterias patológicas y tres normales.

La presión arterial y el cálculo del índice de presión pene/brazo

Es el otro método que se utiliza para determinar la insuficiencia circulatoria de este órgano, y como en las arteriopatías, es el que nosotros preferimos. Su origen no pudimos precisarlo con exactitud, pero encontramos un trabajo realizado por Gaskell, en 1971, en el que mide la presión sistólica peniana, aunque no utiliza el Doppler para determinarla. Se vale de un manguito de presión que coloca en la raíz del pene y de un tubo de plástico inelástico dentro del que se introduce el miembro; este tubo está conectado a una bomba manual de goma para insuflar y a un manómetro; se insufla dentro del tubo de plástico hasta desplazar, por la presión ejercida, la sangre circulante y luego se infla el mango neumático de la raíz del pene por encima de la presión sistólica sistémica; retirando ahora el tubo de plástico previa descompresión, el flujo sanguíneo como se comprende está detenido.

Haciendo reflejar un haz de luz brillante en el glande lo analiza con un espectroscopio manual, el cual no exhibe las características bandas de absorción de la oxihemoglobina; comienza aquí a desinsuflar el manguito de presión colocado en la raíz del pene descendiendo la presión de 5 en 5 mm Hg, hasta que el espectroscopio muestra las bandas normales de oxihemoglobina que indican la llegada de flujo y, por ende, la presión sistólica del pene.

La aplicación más sencilla utilizando la presión del pene con el ultrasonido es la que considera anormal aquellas presiones menores que la de la radial con una diferencia mayor de 20 mm Hg.

Si lo que se realiza es el cálculo de los índices pene sobre brazo, el criterio es semejante al descrito al hablar de arteriopatías periféricas. El examen será más completo cuantos más índices del pene se obtengan.

Los resultados estadísticos obtenidos por estos métodos no son muchos en la literatura universal. Engel toma cuatro grupos de pacientes y veinte controles normales. Los grupos estaban compuestos por 14 pacientes que presentaban arteriopatías periféricas, coronaria o de la carótida y 10 pacientes que concurren por impotencia.

Los 14 con arteriopatía se colocaron en dos grupos: el grupo A (5 pacientes), que confirmaron impotencia en el interrogatorio, y el grupo B (9 pacientes), que negaban impotencia.

Los 10 pacientes que concurren a la consulta por impotencia se colocaron en otros dos grupos: grupo C (6 pacientes), que no tenían signos de arteriopatías, y grupo D (4 pacientes), que presentaban severas arteriopatías.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Promedio de los normales	Índice 0,96
Promedio del grupo A	Índice 0,59
Promedio del grupo B	Índice 0,82
Promedio del grupo C	Índice 0,71
Promedio del grupo D	Índice 0,68

De lo cual se concluye que los pacientes que consultaron por impotencia tenían cifras significativamente menores que los normales (C y D) al igual que los del grupo A.

También estudió Engel a pacientes con impotencia psicogénica, no encontrando diferencias en los índices con los normales. Tampoco hubo diferencias apreciables entre grupos de diabéticos y de no diabéticos.

La indicación de la arteriografía selectiva de la hipogástrica es considerada por nosotros como resultante de índices bajos de la presión pene sobre brazo y de la eventual indicación quirúrgica, criterio compartido por varios autores.

El cálculo de los índices de presión no sólo es importante para aquellos pacientes que concurren a la consulta por impotencia, sino que puede ser utilizado en aquellos a los que se somete a cirugía vascular directa por arteriopatía periférica o aneurisma,

ya que está demostrado que ésta aumenta la impotencia a valores considerables, pudiendo el método determinar si las mismas se deben a las alteraciones neurológicas o vasculares propias de la intervención.

Nuestra experiencia con el cálculo de los índices de presiones pene sobre brazo se realizó en 40 pacientes que concurren al servicio de urología sin discriminación patológica, y coincide con los hallazgos previamente relatados.

Un 60 % refería cierto grado de impotencia y 40 % la negaba. Diecisiete pacientes (42,5 %) tenían índice 1 ó mayor y 23 (57,5 %) menor que 1.

Los pacientes sin impotencia (16) tuvieron índices 0,90 ó mayores y de los 24 con impotencia, 17 presentaron índices menores a 1 con un índice promedio de 0,72.

Estaban incluidos dentro del grupo de los 24 impotentes, tres pacientes diagnosticados y en tratamiento, con buena evolución, por el servicio de psiquiatría cuyos índices fueron igual o mayor a 1 y uno con demencia senil con un índice de 0,65.

Un paciente impotente con índice menor a 1 fue arteriografiado en forma selectiva por cateterismo humeral, confirmando su lesión vascular, y en dos se confirmó por aortografía realizada por trastornos vasculares en los miembros.

Conclusiones

Se presenta un trabajo cuyo objetivo es mostrar las posibilidades de aplicación del detector ultrasónico vascular en el estudio de las impotencias. Se describen los elementos de diagnóstico complementarios y los datos básicos que debe aportar la historia clínica en el estudio de estos pacientes, se realiza una breve reseña y explicación del efecto Doppler, y se dan las características básicas y comunes de los exámenes arteriales, haciendo referencia a los sonidos, gráficos y presiones.

Se describen luego las mismas, pero ya referidas al estudio de las impotencias, describiendo las distintas posibilidades que el método ofrece.

Se presenta una estadística propia, sobre cuarenta casos, en la que se utiliza el índice de presión pene/brazo, la cual es ampliamente coincidente con los hallazgos clínicos y con las arteriografías realizadas.

Se deduce de lo expuesto el gran valor del método como examen incruento en las impotencias, a lo que debe agregarse su bajo costo, fácil manejo y la posibilidad de repetirlo las veces necesarias aun como control posoperatorio.

Bibliografía

- Abelson, D.: "Diagnostic value of the penile pulse and blood pressure". J. Urol., 113:636, 1975.
- Albert, Jorge: "Avances en diagnóstico fluxométrico en arteriopatías obliterantes de los miembros inferiores". Conceptos en Medicina, 6, nº 18, págs. 8-11, 1980.
- Barnes, Robert: "Noninvasive evaluation of peripheral arterial disease". Angiology, vol. 29, nº 8, págs. 631-640, agosto 1978.
- Engel y col.: "El valor de la flebografía radioisotópica en las trombosis venosas profundas de los miembros inferiores". Rev. Arg. de Flebología, vol. II, nº 1, abril 1979.
- Gaskell, Peter: "Winnipeg Man. The importance of penile blood pressure in cases of impotence". C. M. A. Journal, vol. 105, 1047, noviembre 1971.
- Jevtrich, Miorad: "Importance of penile arterial pulse sound examination in impotence". Urol., vol. 124, diciembre 1980.
- Krähenbül, B.: "Mesure de la pression artérielle systolique pérpherique. Comparaison entre le méthode de Doppler, la celulaphoto électrique et la jauge a Merane". Angiologie, XXXI, 1, págs. 9-13, enero-febrero 1979.
- Lassen, N. A.; Krähenbül, B.; Hlral, M.: "Occlusion cuff for routine measurement of digital blood pressure and blood flow".
- Malvar, T., y col.: "Assessment of potency with the Doppler flow meter". Urology, 2, 396, 1973.
- Rusconi, C., y Benedini, G.: "Correlaciones entre la morfología del pletismograma digital y el gradiente de presiones en las arteriopatías de los miembros inferiores". Angiología, vol. XXV, nº 3, Italia, mayo 1973.
- Stegall, H. F.; Kardon, M. B., y Kemmerer: "Indirect measurements of arterial blood pressure by Doppler ultrasonic sphygmomanometry". Journal of Applied Physiology, vol. 25, nº 6, diciembre 1968.
- Standness, D. E., y col.: "Application of a transcutaneous Doppler flow meter in evaluation of occlusive arterial disease". Surgery, Gynecology and Obstetrics, mayo 1966.
- Standness, D. E., y col.: "Ultrasonic flow detection. A useful technic in the evaluation of peripheral vascular disease". Am. J. Surg., vol. 113, marzo 1967.
- Velcek, Dami, y col.: "Penile flow index utilizing a Doppler pulse wave analysis to identify penile vascular insufficiency". Urol., vol. 123, mayo 1980.
- Yao, S. T.: "Haemodynamic studies in peripheral arterial disease". Brit. J. Surg., vol. 57, nº 10, octubre 1970.
- Zorgniowyi, Adrian, y col.: "Diagnosis and therapy of vasculogenic impotence". J. Urol., vol. 123, mayo 1980.