

Técnica impedancimétrica: variabilidad de la respuesta vascular ante apremio suprasistólico.

GABRIELA FELDMAN*, MIRIAM C. HERRERA†

* Médico de Planta. Hospital General Lamadrid. Monteros, Tucumán.

† Profesora Asociada del Departamento de Bioingeniería. Universidad Nacional de Tucumán.

Dirección postal: Gabriela Feldman. Av. Independencia 1800. 4000 Tucumán. Argentina.

e-mail: mherrera@herrera.unt.edu.ar/feldmangabriela@hotmail.com

Recibido: Febrero 2003

Aceptado: Marzo 2003

Summary

Para la valoración de la respuesta vascular, que condiciona un perfil de riesgo cardiovascular, han sido utilizados diferentes métodos, tanto invasivos como no invasivos. Con el objetivo de determinar la variabilidad y la reproducibilidad de la respuesta vascular al apremio suprasistólico por pletismografía de impedancia, se ingresó un total de 7 individuos voluntarios, sin criterios de exclusión. Se realizó registro continuo pre, intra y post apremio suprasistólico y se determinó el comportamiento cada 30 segundos, incluyendo hasta 3 minutos post desoclusión. La prueba se repitió, con iguales condiciones, a los 30 minutos. Los resultados fueron evaluados por operadores independientes. Se comprobó que las medias de la población fueron reproducibles entre las dos repeticiones, las diferencias de medias fueron similares entre las repeticiones, y el perfil de comportamiento temporal fue igual entre las dos repeticiones. Se concluye que la técnica propuesta parece ser altamente sensible y repetible y brinda información con respecto al comportamiento vascular temporal.

Rev Fed Arg Cardiol 2003; 32: 254-258

El endotelio fue considerado una simple membrana inerte o barrera entre dos estructuras. Es, en realidad, el órgano más extenso del cuerpo humano y el protagonista indispensable en diversos procesos fisiopatológicos. Está involucrado en la regulación de la respuesta vascular fisiológica y en la transformación estructural vascular [1], fenómenos ambos que condicionan la respuesta vascular frente a distintas situaciones.

La participación del endotelio en la génesis del daño vascular y la posibilidad de detectar precozmente incrementos en el riesgo cardiovascular [2] han estimulado el desarrollo de técnicas para la evaluación vascular clínica y, en esta dirección, han tomado especial interés las respuestas vasomotoras, proponiéndose tanto técnicas invasivas como no invasivas que proporcionan diferentes valoraciones de la respuesta vascular frente a diversas circunstancias y situaciones [3-5].

Las técnicas invasivas vasomotoras (angiografía coronaria cuantitativa, pletismografía por *strain-gauge*) han sido consideradas como pruebas de referencia; sin embargo, los pacientes no son sometidos a estos procedimientos con frecuencia, razón por la cual es importante disponer de un método no invasivo, reproducible y que posibilite realizar estudios poblacionales en gran escala [2,8].

Al considerar diferentes métodos de estudio utilizados y aplicados en distintas situaciones, tanto la pletismografía de impedancia como el análisis Doppler vascular han valorado la respuesta vascular y, de cierto modo, definen un tipo de comportamiento vascular.

Siendo la pletismografía de impedancia una técnica ampliamente utilizada en el estudio de lechos vasculares venosos [9], su aplicación a nivel vascular arterial requiere un mayor número de estudios con valoración metodológica. Por lo tanto, es importante analizar si el método es capaz de brindar información de manera sensible y repetible. Estudios con ultrasonido han demostrado que la sensibilidad y la reproducibilidad dependen de la utilización de una metodología apropiada [10].

Es posible estudiar el flujo de distintas arterias (humeral, radial y femoral) sin que el vaso elegido modifique o ejerza influencias sobre las consideraciones finales [11]. A su vez, la valoración de flujos utilizando

ultrasonido de arteria radial sería, en realidad, de mayor utilidad debido a que su respuesta es mayor que la obtenida en la arteria humeral, lo cual facilitaría su uso en estudios clínicos [12].

Asimismo, el comportamiento del endotelio del árbol vascular periférico refleja ajustadamente al del endotelio de las arterias coronarias [13] lo que lo convierte en un factor a considerar para estratificar riesgo cardiovascular.

Al comenzar un estudio epidemiológico que incluye, por primera vez, la valoración de un número importante de sujetos con características clínicas diversas y estratificación de riesgo para eventos cardiovasculares en una población rural definida, se plantea la posibilidad de:

1. Determinar la variabilidad de la respuesta vascular a la oclusión suprasistólica valorada por técnica impedancimétrica.
2. Definir si el tipo de comportamiento temporal es reproducible en cada sujeto luego de la realización del apremio.

MATERIAL Y METODO

Estudio observacional, descriptivo-analítico y prospectivo.

Población

Se incluyeron en el estudio un total de 7 individuos voluntarios, sin límite de edad y sin criterios de exclusión, que fueron sometidos a una encuesta para valoración de la presencia de factores de riesgo convencionales y enfermedad cardiovascular establecida previamente.

Las características basales promedio de la población en estudio fueron: $n = 7$. Sexo femenino: 3. Sexo masculino: 4. Edad: 36 años (rango 23-46). Presión arterial: 100/60 mmHg (140/50 mmHg). Índice de masa corporal (kg/m^2) menor de 30: 7.

Se solicitó consentimiento informado a cada sujeto de estudio y se le entregó copia del mismo.

Procedimiento

Los datos de cada sujeto se obtuvieron por interrogatorio previo a la medición de las distintas variables.

La secuencia de valoración posterior al interrogatorio fue la siguiente:

1. Determinación de presión arterial en miembro superior contralateral al sitio de realización del test impedancimétrico.
2. Determinación de peso y talla.
3. Evaluación de la respuesta vascular por impedancimetría post apremio suprasistólico [7].

El dispositivo impedancimétrico registra variaciones de impedancia proporcionales a los cambios de volumen sanguíneo del antebrazo, incluyendo el comportamiento pulsátil de la arteria radial. Se requiere la ubicación de un par de electrodos metálicos (tipo electrocardiográficos) ubicados preferentemente siguiendo la línea de la arteria radial, aproximadamente a 2 cm por debajo del pliegue antecubital, separados entre sí por una distancia de entre 5 cm y 10 cm. Se produce una oclusión con manguito de esfingomanometría, ubicado sobre el brazo por arriba del sitio de registro, a 50 mmHg por encima de la presión sistólica, durante un período de 3 minutos. No se evita la circulación en la mano. Las maniobras de oclusión suprasistólica se realizan por única vez [14].

El paciente es mantenido en reposo (posición supina) durante los 5 minutos previos al registro. Se posiciona el miembro en estudio al nivel de la aurícula izquierda. El registro y almacenamiento de los datos se realiza de manera continua desde 1 minuto antes del inicio de la oclusión hasta 3 minutos después de la desoclusión. Se incluye un registro electrocardiográfico simultáneo.

El dispositivo impedancimétrico utilizado en este estudio fue desarrollado a partir de un equipamiento previamente existente (año 1990) en el Departamento de Bioingeniería de la Universidad Nacional de Tucumán [15]. El equipo utilizado incluye algunas modificaciones establecidas en el programa de Magister en Bioingeniería de la institución citada.

Se utilizó un sistema de procesamiento (BIOPAC System Inc) y adquisición de datos (AcqKnowledge II for MP100WSW) comercial. El cálculo de las variables se realizó con dicho *software*. La evaluación de los datos

obtenidos en la prueba impedancimétrica de cada sujeto fue realizada por operadores independientes. En cada etapa se valoraron características basales pre apremio (control) y luego el comportamiento temporal cada 30 segundos post liberación del apremio (post desoclusión) hasta alcanzar los 3 minutos. Cada prueba se reiteró en cada individuo en dos oportunidades, con un intervalo de 30 minutos entre ambas (Figura 1).

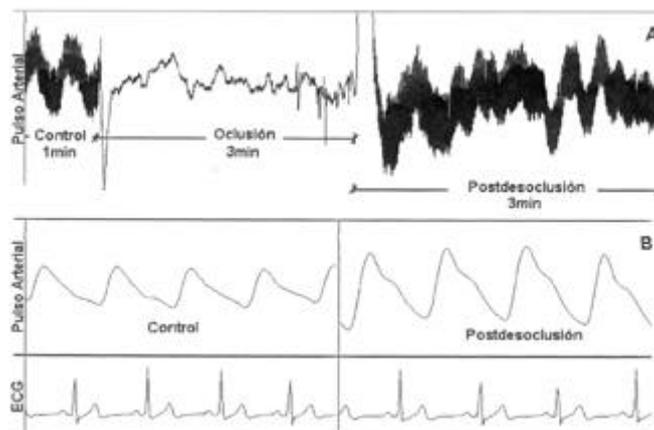


Figura 1. A: presenta el registro impedancimétrico en cada uno de los períodos de la prueba. Se observa que la oclusión aguda suprasistólica produce un apremio isquémico tal que genera un pulso arterial aumentado en los instantes posteriores a la desoclusión y una normalización posterior. B: registro amplificado de latidos control y a los 20 segundos post desoclusión.

Análisis estadístico

Se analizaron las diferencias de amplitud del pulso arterial registrado promediándose 3 a 4 latidos para cada situación (control y post desoclusión cada 30 segundos) y para cada sujeto, repitiendo dos veces las medidas.

En primer lugar se analizó si los valores promedios entre las repeticiones difieren significativamente en cada etapa, usando el test t pareado.

En segundo lugar se analizó la variación de los promedios a través de las distintas etapas y de las diferencias entre las repeticiones usando un ANOVA de medidas repetidas.

Todos los tests se tomaron al nivel del 5%.

RESULTADOS

Los resultados del primer análisis indicaron que existe reproducibilidad en las observaciones entre las repeticiones. El análisis de las medias de las diferencias entre las pruebas a través de las distintas etapas no mostró diferencias significativas.

El análisis del promedio mostró un cambio significativo en los valores considerando los tiempos con respecto al control basal ($p < 0,05$), pero no así entre ellos ($p > 0,05$).

El análisis de las diferencias entre las repeticiones indicó que las medias de la segunda prueba son mayores que las de la primera, salvo en el tiempo de 3 minutos, aunque su valor absoluto sea pequeño.

Con respecto al comportamiento temporal, se observa que el perfil de respuesta es igual en las dos repeticiones; ns ($p > 0,05$) (Figuras 2, 3 y 4).

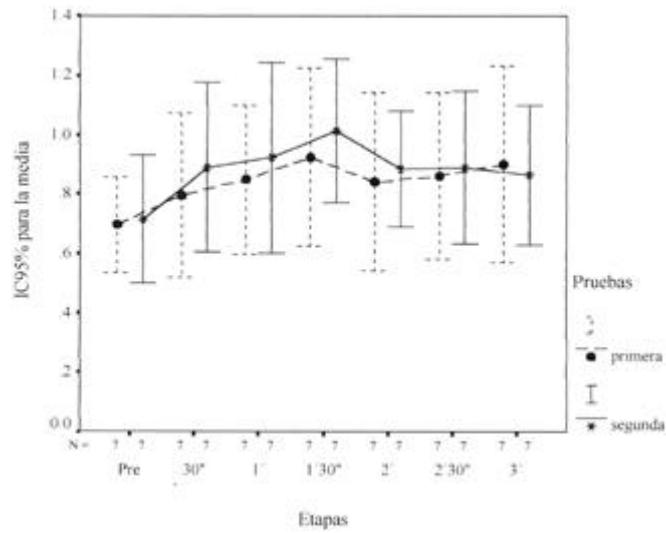


Figura 2. Intervalo de confianza para la media de cada prueba y en cada etapa.

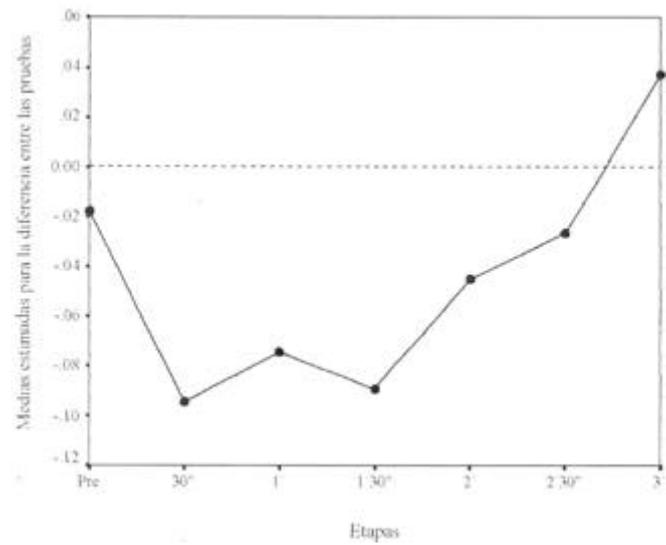


Figura 3. Medias estimadas para la diferencia entre las pruebas a través de las distintas etapas.

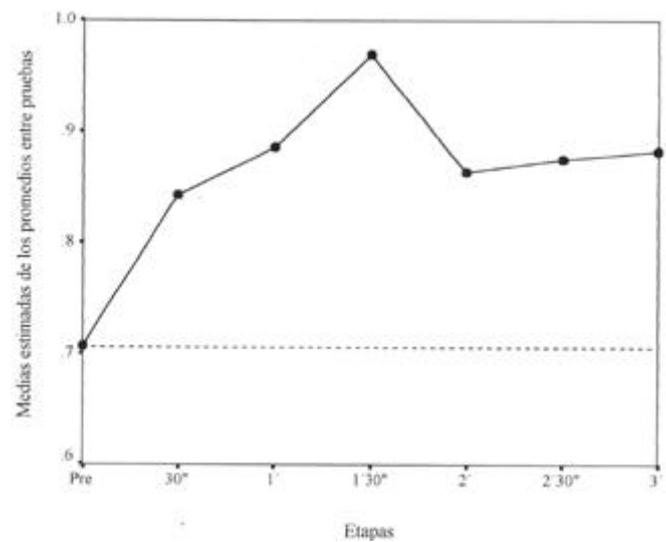


Figura 4. Valores promedio entre las pruebas en las distintas etapas.

DISCUSION

Numerosos factores pueden contribuir a la variabilidad y reproducibilidad de las mediciones que involucran parámetros biológicos, tales como el flujo vascular. Estos factores pueden provenir del equipamiento, del operador y/o de influencias fisiológicas. Para intentar eliminar los dos primeros es que se aplican protocolos estandarizados, análisis *off-line* y operadores independientes. Las consideraciones sobre la reproducibilidad de los datos pre apremio permiten estudiar las influencias implicadas en equipamiento y operador. La información post apremio se encuentra sujeta a consideraciones fisiológicas que ejercen influencias en el comportamiento vascular: efectos neurológicos, estímulos humorales o modificaciones metabólicas regionales, entre otros. En el presente protocolo hemos intentado eliminar influencias exógenas (de tipo ambiental, como ruido, temperatura, etc.). Sin embargo, la valoración de flujos puede no constituir una variable biológica repetible, y que este método sea capaz de detectarlo implica contar con un método sensible. En realidad, se establecería un balance entre repetibilidad y sensibilidad.

Numerosos autores confirman estos hallazgos [2], que valoran la utilización de estos métodos como agentes sensibles a la detección de riesgo en grupos poblacionales pero que pierden utilidad en la valoración terapéutica individual. Es por ello que no debemos dejar de considerar su importancia en la valoración del comportamiento fisiológico vascular de las poblaciones.

A pesar de la variabilidad e independientemente de los mecanismos que la producen, debemos considerar que la pletismografía de impedancia constituye un método capaz de detectar todas las modificaciones vasculares de manera sensible y precoz en todos los sujetos, y a esto se debe agregar la posibilidad de registrar la información de manera continua, evitando la utilización de los protocolos temporales arbitrarios generalmente utilizados.

En base a nuestros hallazgos, y a pesar de la necesidad de aumentar el número de sujetos estudiados, podemos considerar que la pletismografía de impedancia entrega valores repetibles a pesar de la variabilidad entre sujetos. Esta sería una ventaja adicional a las determinaciones de flujo por ultrasonido [2].

Por otro lado, el comportamiento temporal también es repetible. Las diferencias entre las medidas control y a los 30 segundos posteriores a la desoclusión son las más significativas, tal como lo han observado otros autores que usan otra técnica [16]. Sería importante contar con un número mayor de individuos para poder valorar con mayor precisión el comportamiento temporal.

Por otra parte debemos considerar que constituye un procedimiento que brinda información sobre parámetros temporales de importante valor clínico en tanto identifica características de respuesta vascular. Pero constituye este mismo factor "tiempo" considerado al valorar reproducibilidad, el que también nos debe dejar considerar la importancia de la información con respecto a grado de reactividad de respuesta, duración, etcétera.

CONCLUSIONES

La técnica propuesta parece ser altamente sensible y repetible, y debe ser considerada como una alternativa al ultrasonido potencialmente útil para detectar modificaciones vasculares *in vivo* en estudios poblacionales. Brinda información útil con respecto al comportamiento vascular temporal.

SUMMARY

IMPEDANCE PLETISMOGRAPHY: VARIABILITY OF VASCULAR RESPONSE TO SUPRASYSTOLIC INJURY

Different methods, invasive and non-invasive, have been used to assess vascular response. This response determines cardiovascular risk profile.

In order to ascertain variability and reproducibility of vascular response to suprasystolic injury by impedance pletismography, seven voluntary subjects were included in the study, without any exclusion criteria.

A continuous register of pre-, intra-, and post-test was performed and behaviour was determined every 30 seconds, including even 3 minutes post-desocclusion. The test was performed again with the same conditions after 30 minutes.

The findings were that the population means were reproducible among both repetitions, the differences of the means were similar among the repetitions and the temporal behaviour profile was the same between both repetitions.

It is possible to conclude that the proposed technique seems to be highly sensitive and repeatable, and it brings information about the temporal vascular behaviour.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración de los doctores A. Rodríguez de Nieva, J. Aguirre Herrera, F. Ibáñez, C. Quaglia, P. Lucero, S. Alvarez y a los integrantes del Laboratorio de Bioingeniería de la Universidad Nacional de Tucumán que participaron en la prueba.

Bibliografía

1. Luscher TF, Vanhoutte PM: The endothelium: modulator of cardiovascular function. Boca Raton, Florida, CRC Press Inc. 1990; pp 1-228.
2. Hijmering ML, Stroes ESG, Pasterkamp G y col: Variability of flow mediated dilation: consequences for clinical application. *Atherosclerosis* 2001; 157: 369-373.
3. Luscher TF, Noll G: Endothelial function as an end-point in interventional trials: concepts, methods and current data. *J Hypertens* 1996; 14 (Suppl): S 111-S121.
4. Mc Lenachan JM, Willilams JK, Fisk RD y col: Loss of flow-mediated endothelium dependent dilatation occurs early in the development of atherosclerosis. *Circulation* 1991; 84: 1273-1278.
5. Playford DA, Watts GF: Special article: non-invasive measurement of endothelial function. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 1998; 25: 640-643.
6. Heitzer T, Schlinzig T, Krohn K y col: Endothelial dysfunction, oxidative stress, and risk of cardiovascular events in patients with coronary artery disease. *Circulation* 2001; 104: 2673-2678.
7. Wu HD, Katz SD, Beniaminovitz A y col: Assessment of endothelium-mediated vasodilation of the peripheral circulation by transcutaneous ultrasonography and venous occlusion plethysmography. *Heart Vessels* 1999; 14: 143-148.
8. Irace C, Ceravolo R, Notarangelo L y col: Comparison of endothelial function evaluated by strain gauge plethysmography and brachial artery ultrasound. *Atherosclerosis* 2001; 158: 53-59.
9. Chin-Dusting JP, Cameron JD, Dart AM y col: Human forearm venous occlusion plethysmography: methodology, presentation and analysis. *Clin Sci (London)* 1999; 96: 439-440.
10. Sorensen KE, Clermayer DS, Spiegelhater DJ y col: Noninvasive measure of human endothelium-dependent arterial responses. Accuracy and reproducibility. *Br Heart J* 1995; 74: 150-154.
11. Correti M, Anderson T, Benjamin E y col: Guidelines for the ultrasound assessment of endothelial-dependent flow-mediated vasodilation of the brachial artery. *J Am Coll Cardiol* 2002; 39: 257-265.
12. Agewall S, Doughty R, Bagg W y col: Comparison of ultrasound assessment of flow-mediated dilatation in the radial and brachial artery with upper and forearm cuff positions. *Clin Physiol* 2001; 21: 9-14.
13. Celermajer DS, Sorensen KE, Bull C y col: Endothelium dependent dilatation in the systemic arteries of asymptomatic subjects relates to coronary risk factor and their interaction. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24: 1468-1478.
14. Corretti MC, Plotnick GD, Vogel RA: Technical aspects of evaluating brachial artery vasodilatation using high-frequency ultrasound. *Am J Physiol (Heart Circ Physiol)* 1995; 268: H1397-H1404.
15. Zurro VR: Medición no invasiva de propagación de la onda pulsátil. Proyecto final para acceder al título de Ingeniero Electricista (Orientación electrónica). Laboratorio de Bioingeniería. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Universidad Nacional de Tucumán. 1990.
16. Baldassarre D, Amato M, Palombo C y col: Time course of forearm arterial compliance changes during reactive hyperemia. *Am J Physiol (Heart Circ Physiol)* 2001; 281: H 1093-H1103.

[Tope - Volver al Sumario Analítico](#)