

Circulación arterial del pie en pacientes diabéticos, con enfermedad arterial periférica

Juan Ley Pozo* - María Eugenia Vega Gómez** - Ignacio Rodríguez Pérez***

Instituto Nacional de Angiología y Cirugía Vascular
Ciudad de La Habana (Cuba)

RESUMEN

Se describe un nuevo método para evaluar la circulación arterial del pie basado en la pletismografía de «strain-gauge». Los parámetros hemodinámicos propuestos (en especial, el flujo máximo, la resistencia mínima y el tiempo hasta el flujo máximo) parecen ser útiles para cuantificar objetivamente el grado de deterioro circulatorio en un grupo de pacientes con pie diabético isquémico, lo que puede ser de gran ayuda para valorar la evolución del enfermo y para controlar el resultado del tratamiento empleado.

AUTHORS'S SUMMARY

A new method for the assessment of the foot arterial circulation by means of strain gauge plethysmography was described.

The proposed hemodynamic parameters (specially, the maximal flow, the minimal resistance and time until maximal flow) appear to be useful in order to quantify objectively the circulatory impairment in a group of patients with ischaemic diabetic foot.

Introducción

Para cuantificar la reducción del flujo sanguíneo que llega a los miembros inferiores, y especialmente en la Angiología diabética, las técnicas no invasivas conven-

cionales tienen las siguientes limitaciones:

1. La medición de flujo arterial mediante pletismografía de «strain-gauge» se realiza habitualmente en la pierna (1), mientras que las afecciones del diabético con frecuencia son más distales (2), por esa razón un estudio a nivel más proximal no necesariamente refleja la situación del pie.
2. A pesar de que el índice de presiones pierna/brazo, basado en

la determinación de las presiones sistólicas con el ultrasonido Doppler, es uno de los procedimientos más utilizados en el laboratorio vascular (3, 4), resulta poco preciso para estudiar a los pacientes diabéticos, quienes presentan valores falsos y anormalmente elevados de presión por calcificación de la túnica media (5, 6), y por eso tienen menor flujo arterial que los no diabéticos, a pesar de que aparentemente tengan el mismo nivel de presión sistólica (7).

3. La fotoplethysmografía sólo permite un estudio indirecto de las características del flujo arterial, pero no su cuantificación (4, 8, 9), por lo que resulta insuficiente para evaluar con precisión la circulación del pie.
4. La termometría y los isótopos radioactivos son métodos muy costosos y no están a nuestra disposición en la actualidad (10, 11).

Esto explica la necesidad de buscar nuevos procedimientos para evaluar la circulación arterial del pie con fidelidad.

Material y método

Se estudiaron 26 pacientes ingresados en el Instituto de Angiología con diagnóstico clínico de pie diabético isquémico. Como control se incluyeron 26 pacientes remitidos al Laboratorio de Hemodinámi-

* Médico Especialista de 1^{er} Grado en Fisiología Normal y Patológica. I.N.A.

** Licenciada en Física. I.N.A.

*** Médico Residente de 2^o año en Angiología. I.N.A.

ca por varices esenciales, sin antecedentes personales ni familiares de diabetes mellitus y sin síntomas ni signos de insuficiencia arterial periférica.

Todos descansaron 15 minutos en decúbito supino y, entonces, se les midió la presión arterial en el brazo derecho por el método auscultatorio y se les calculó la presión arterial media (PAM) según la fórmula:

$$PAM = Pd + 1/3 (Ps - Pd)$$

donde Pd: presión diastólica y Ps: presión sistólica.

Mediante pletismografía de «strain-gauge» se midió el flujo arterial basal con el transductor colocado en el pie y con el manguito inflado entre 40 y 50 mm Hg para producir la oclusión venosa (este último se colocó en el tercio inferior de la pierna); entonces se provocó una oclusión arterial temporal con un manguito neumático inflado a 300 mm Hg durante 3 minutos y colocado en el tercio inferior del muslo. Inmediatamente después de liberar la compresión se registró el flujo arterial con intervalos de 15-20 segundos, durante tres minutos.

Para cada pie estudiado se calcularon los siguientes parámetros:

- Flujo máximo (FM): flujo máximo registrado durante la hiperemia reactiva, se expresó en U.F. (1 U.F. = 1 ml sangre/100 ml tejido/min).
- Resistencia mínima (RM): valor mínimo de la resistencia calculada como:

$$RM = \frac{PAM}{FM}$$

- Tiempo hasta el flujo máximo (TFM): tiempo en segundos que demoró en alcanzar el FM contando a partir de liberar la compresión.

Resultados y discusión

En el Cuadro I se comparan los pacientes con pie diabético isquémico con respecto al grupo de sujetos supuestamente sanos. Se encontraron diferencias significativas

res han influido, específicamente la reducción del flujo arterial característico de los estados de isquemia crónica (2, 15, 16).

Existe una notable superposición entre ambos grupos con respecto

Cuadro I

Comparación de las medias de los parámetros hemodinámicos estudiados en ambos grupos

Parámetro	Control		Pacientes		p
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	
PAM (en mmHg)	97,5	8,25	107,6	13,25	0,005
FR (en U.F.)	3,62	1,33	2,6	1,38	0,005
FM (en U.F.)	11,7	2,91	5,2	1,72	0,005
RM (en mmHg/U.F.)	8,77	1,97	23,3	9,71	0,005
TFM (en s)	7,81	1,42	16,8	14,69	0,005

entre ambos grupos para cada uno de los parámetros hemodinámicos estudiados.

La presión arterial media fue más elevada entre los pacientes, lo que corresponde a la alta preva-

la a la PAM y el flujo en reposo (FR) (ver Cuadro I); sin embargo, el FM, la RM y el TFM permiten distinguir a los enfermos de los sujetos supuestamente sanos. Así, en este estudio, los pacientes con pie dia-

Cuadro II

Distribución de los casos estudiados según su valor de flujo máximo

	Controles	Diabéticos	
FM > 8	26	2	28
FM ≤ 8	0	24	24
	26	26	52

lencia de hipertensión arterial entre la población diabética (12, 13). Este hecho podría contribuir a explicar la elevación de la resistencia vascular periférica (14), pero es indudable que también otros facto-

bético isquémico se caracterizaron por tener:

- Flujo máximo menor o igual a 8 U.F. (Cuadro II).
- Tiempo hasta el flujo máximo

Cuadro III

Distribución de los casos estudiados según su valor de resistencia mínima

	Controles	Diabéticos	
RM < 12	26	0	26
RM ≥ 12	0	26	26
	26	26	52

Cuadro IV

Distribución de los casos estudiados según su valor de tiempo hasta el flujo máximo

	Controles	Diabéticos	
TFM < 10	22	12	34
TFM ≥ 10	4	14	18
	26	26	52

mayor o igual a 10 segundos (Cuadro III).

- Resistencia mínima mayor o igual a 12 mm Hg/U.F. (Cuadro IV).

Si bien el diagnóstico de pie diabético isquémico puede hacerse por medios clínicos, la caracterización hemodinámica propuesta permite evaluar cuantitativa y objetivamente el grado de deterioro circulatorio, lo que puede ser de gran ayuda para valorar la evolución del paciente y para controlar el resultado del tratamiento empleado.

Conclusiones

Este procedimiento permite un estudio hemodinámico más completo del pie (imposible hasta ahora con los medios a nuestro alcance), mantiene las ventajas propias

de los métodos no invasivos y supera los inconvenientes producidos por la calcificación arterial.

BIBLIOGRAFIA

1. ROMANOVSKA, L.; PREROVSKY, I.: The age factor in blood flow in the calf and in vascular resistance at rest and in reactive hyperemia. «Physiol. Bohemosl.», 28: 309, 1979.
2. CHRISTENSEN, N. J.: Diabetic angiopathy and neuropathy. A review with special reference to circulation in the extremities, the effect of hypophysectomy on capillary resistance and capillary permeability function abnormalities in early diabetes. «Acta Med. Scand.» (Suppl. 541): 13, 1972.
3. BARNES, R. W.: Noninvasive diagnostic techniques in peripheral vascular diseases. «Amer. Heart J.», 97: 241, 1979.
4. LEE, B. Y.; TRAINOR, F. S. et al.: Handbook of noninvasive diagnostic techniques in vascular surgery. Chap. 3: «Instrumentation», pp. 65-92, Appleton-Century Crofts, New York, 1981.
5. EMANUELLE, M. A.; BUCHANAN, B. J.; ABRAIRA, C.: Elevated leg systolic pressures and arterial calcification in diabetic occlusive vascular disease. «Diabetes Care», 4: 289, 1981.
6. MC MILLAN, D. E.: Physical factors important in the development of atherosclerosis in diabetes. «Diabetes», 30: 97, 1981.
7. TENEMBAUM, M. M.; RAYFIELD, E., et al.: Altered pressure flow relationship in the diabetic foot. «J. Surg. Res.», 31: 307, 1981.
8. LEY, J. A.: Métodos no invasivos para el estudio de la circulación arterial periférica. «Actualidad en Angiología», 6: 33, 1982.
9. TENLAND, T.: On Laser Doppler Flowmetry. Methods and microvascular applications. «Linköping University Medical Dissertations», No. 136, pp. 1-51, 1982.
10. LANGER, L.; FABERGERG, S. F.; JOHSEN, C.: Peripheral circulation in diabetes mellitus. A study with infrared thermography. «Acta Med. Scand.», 191: 17, 1972.
11. HUTCHISON, K. J.; OVERTON, T. R., et al.: Skin blood flow during histamine flare using the clearance of epicutaneous applied Xe-133 in diabetic and non-diabetic subjects. «Angiology», 34: 223, 1983.
12. CHRISTLIEB, A. R.: Should you treat systolic hypertension in the diabetic. «Geriatrics», 34: 53, 1979.
13. LIPSON, L. G.: Treatment of hypertension in diabetic men: problems with sexual dysfunction. «Am. J. Cardiol.», 53: 46A, 1984.
14. ROMANOVSKA, L.; PREROVSKY, I.; STRIBRNA, J.: Blood flow and vascular resistance in lower limbs in hypertensives at rest and at reactive hyperemia «Cor Vasa», 19: 61, 1977.
15. CHRISTENSEN, N. J.: Spontaneous variation in resting blood flow, postischemic peak flow and vibratory perception in the feet of diabetics. «Diabetologia», 5: 171, 1969.
16. SPACIL, J.; LINHART, J.: Foot blood flow during reactive hyperemia in patients with ischemic disease of lower extremities. «VASA», 8: 284, 1979.