

LA PLETISMOGRAFIA ELECTRONICA PVR Y LAS PRESIONES PARCIALES EN EL DIAGNOSTICO DE LA ENFERMEDAD ARTERIAL PERIFERICA

F. L. MORENO, A. BARREIRO, V. IBÁÑEZ, V. C. ROSPIDÉ, R. SANCHEZ y A. L. CABRERA

Servicio de Cirugía Vascular (Jefe: F. Moreno Padilla). Ciudad Sanitaria de la S. S. «Virgen de las Nieves», Granada (España)

Introducción

Se dispone en la actualidad de una amplia gama de «tests» funcionales en el diagnóstico de la enfermedad arterial oclusiva de los miembros inferiores.

El objeto del presente estudio, basado en dos «tests» funcionales, es aportar nuestra experiencia en la valoración diagnóstica de la enfermedad arterial de miembros inferiores. Concretamos la aplicación de estas pruebas a dos únicos puntos: el diagnóstico topográfico y el grado de lesión arterial. Para ello nos basamos no en el estadio clínico de la enfermedad sino en el examen angiográfico. Estudiamos la fiabilidad en establecer un diagnóstico topográfico y anatómico por medio de dos «tests», no en conjunción sino por separado, buscando el más rentable.

Pacientes y método

Hemos estudiado un total de 500 pacientes admitidos en el Hospital desde octubre de 1978 a mayo de 1982, todos con el diagnóstico de enfermedad arterial de miembros inferiores. Con el fin de buscar una mayor fiabilidad, el estudio se independizó por piernas, por lo que el total de piernas fue de 1.000. El 90 % de estas piernas correspondieron a varones, siendo el 10 % restante de hembras. La edad media hallada fue de 65,7 años.

Todos los pacientes fueron sometidos a las mismas exploraciones llevadas a cabo en la Unidad que a tal fin dispone el Servicio de Cirugía Vascular; siempre por la misma persona (personal técnico no médico). La primera prueba realizada es una pletismografía electrónica con el P.V.R.* (Pulse Volume Recorder), pasando seguidamente a la determinación de las presiones parciales con un esfigmomanómetro y un sistema Doppler convencional.

* Life Sciences Inc., 270 Greenwich Av., Greenwich, Connecticut 06830.

P.V.R. — Básicamente es un pletismógrafo segmentario cuantitativo de una gran sensibilidad (11). Las lecturas se efectuaron a tres niveles: muslo medio, pantorrilla y tobillo. Se ajustan con un volumen determinado de aire buscando el contacto ideal con la pierna para dar un registro fidedigno de los cambios de volumen que se operan en la extremidad. Estos cambios de presión que registra electrónicamente el sistema reflejan lógicamente los cambios de volumen de cada manguito, que en definitiva son las fluctuaciones de volumen de la extremidad.

La presencia de enfermedad arterial se demuestra por la morfología de la curva: disminución de la rama ascendente, empastamiento del pico, enlentecimiento de la rama descendente y ausencia de onda dicota. La onda de PVR se asemeja mucho a la del pulso; y aunque existen situaciones en las que se altera la amplitud, tales como el volumen ventricular, presión sanguínea y el tono vasomotor, la constancia en la morfología de la onda es la norma cuando se somete al mismo enfermo a exámenes repetidos distanciados en el tiempo (9). Para la clasificación de las ondas, nos basamos en la de RAINES y cols. (10) (Tabla I).

TABLA I. — Clasificación de las ondas de PVR según su amplitud y morfología.
(+) con onda dicota. (—) sin onda dicota

<i>Clasificación de las ondas de P.V.R.</i>	<i>Amplitud de la onda en mm. de Hg.</i>	
	<i>Muslo y tobillo</i>	<i>Pantorrilla</i>
I	más de 15 ⁺	más de 20 ⁺
II	más de 15 ⁻	más de 20 ⁻
III	de 5 a 15	de 5 a 20
IV	menos de 5	menos de 5
V -	plano	plano

La determinación de las presiones parciales se hizo en las mismas localizaciones que el PVR, con la salvedad de que se emplearon manguitos de 12 cm de ancho. La elección de la arteria a nivel del pie se hizo escogiendo la de mejor audición con Doppler. De esta prueba sólo utilizamos el índice brazo/pierna, expresado en tantos por ciento. No se manejaron los gradientes de presión.

El estrechamiento de la luz arterial ha de ser importante para que se produzcan cambios hemodinámicos significativos, manteniendo el flujo y la presión media hasta estenosis de un área de sección elevada (aproximadamente de un 80 % para una arteria de gran tamaño); sin embargo, la presión sistólica es bastante más sensible a la reducción de calibre de una arteria (8). Este es básicamente el fundamento de esta prueba, ampliamente difundida y bien documentada (3, 4, 13, 14). Se consideraron como normales los valores de presión porcentual expresados en la Tabla II.

TABLA II. — Valores de presión considerados como normales en las diferentes localizaciones, expresados en % de la presión braquial

<i>Situación del manguito</i>	<i>Límites normales en % de la p. braquial</i>
Muslo	116 — 108
Pantorrilla	106 — 100
Tobillo	105 — 98

Todos los pacientes fueron sometidos a un examen angiográfico de miembros inferiores. Las imágenes se clasificaron por sectores: aorto-ilíaco, fémoro-poplíteo y distales, independizándose este último en las tres arterias que llegan al pie. Según la gravedad de la enfermedad se clasificaron en: normal (sin hallazgos patológicos), estenosis moderada (una o múltiple), estenosis severa (una o múltiple) y oclusión (una o múltiple).

Resultados

a) *Sector Aorto-ilíaco* (Tablas III y IV). — En dichas tablas se reflejan los resultados, tanto de las presiones parciales como del PVR, en los cuatro grupos angiográficos. Las ondas de PVR fueron muy representativas del tipo de lesión arterial. Así, en el grupo normal el 92 % de los casos presentaba una onda tipo I, en el de enfermedad moderada el 92 % tenían ondas II y III, en la enfermedad severa el 96 % tenía onda tipo III, y en el de oclusión el 100 % ondas III y IV.

Respecto a las presiones parciales, cada grupo se ciñó con bastante fidelidad a los límites prefijados de presión para cada tipo de enferme-

TABLA III. — Resultados porcentuales obtenidos en el Sector Aorto-ilíaco aplicando la clasificación de las ondas del PVR a las imágenes angiográficas.
(d) Los mismos resultados en los pacientes diabéticos

<i>Clasificación angiográfica</i>	<i>Clasificación de las ondas de PVR</i>				
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>
Normal	92	8	—	—	—
(d)	81	19	—	—	—
Moderada	8	73	19	—	—
(d)	9	78	13	—	—
Severa	—	—	96	4	—
(d)	—	—	94	6	—
Oclusiva	—	—	42	58	—
(d)	—	—	38	62	—

dad arterial, encontrándose dentro de estos límites el 81 % en el grupo normal, el 77 % en la moderada, el 82 % en la severa y el 96 % en la oclusiva. Los límites prefijados fueron: 117-106 normal, 105-85 moderada, 84-70 severa y 69-50 oclusiva.

La influencia de la diabetes en el PVR es poco notoria (Tabla III), mientras que se hace muy evidente en las presiones parciales (Tabla IV), acentuándose su influjo tanto más cuanto más grave es la enfermedad. Así, encontramos presiones elevadas en el 23,7 % del grupo normal, ascendiendo este porcentaje hasta encontrar un 68 % en el grupo de enfermedad oclusiva.

La fiabilidad para las presiones parciales en diagnosticar el tipo de lesión angiográfica fue del 81,6 % y en los diabéticos del 46,3 %. Para el PVR esta fiabilidad fue del 79,7 %, escogiendo una única onda tipo para cada grupo; si aceptamos en la enfermedad moderada dos tipos de ondas (II y III) y en el de enfermedad severa otras dos (III y IV) la fiabilidad asciende a 96,4 %. En los diabéticos estos mismos resultados fueron de 74,7 % en el caso de una onda única y de 93,5 % en el segundo caso.

TABLA IV. — Resultados porcentuales obtenidos en el Sector Aorto-iliaco aplicando los valores de presión preestablecidos para cada lesión angiográfica.
(d) Los mismos resultados en los diabéticos

Clasificación angiográfica	Presiones parciales		
	Elevada	Normal	Disminuida
Normal	10 (d) 23.7	81 69.3	9 7
Moderada	8 (d) 46	77 54	15 —
Severa	14 (d) 56	82 43	4 1
Oclusiva	4 (d) 68	96 32	— —

b) *Sector Femoropoplíteo.* — Empezamos a estudiar este sector en aquellos pacientes con normalidad angiográfica del sector proximal aorto-iliaco. Los valores de presión prefijados para cada tipo de lesión arterial fueron: normal 116-100, moderada 99-85, severa 84-70 y oclusiva 64-50. En relación con la presión proximal, consideramos normal un gradiente no superior a 19 mm de Hg.

Los resultados de las presiones se ciñeron a los límites establecidos con más fidelidad que en el sector antes estudiado: 99 % en el grupo normal, 90 % en el de oclusión, 87 % en el de enfermedad severa y 85 % en el de enfermedad moderada. La fiabilidad global fue del 87,2 %. No podemos decir lo mismo de los diabéticos, en los que la fiabilidad global fue del 63,2 % (tabla VI).

TABLA V. — Resultados porcentuales del PVR en el Sector Femoropoplíteo con integridad del sector proximal Aorto-ilíaco. (d) Los mismos resultados en los diabéticos

<i>Clasificación angiográfica</i>	<i>Clasificación de las ondas de PVR</i>				
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>
Normal	94	6	—	—	—
(d)	97	3	—	—	—
Moderada	9	80	11	—	—
(d)	6	82	12	—	—
Severa	—	—	78	22	—
(d)	—	—	85	15	—
Oclusiva	—	—	18	72	10
(d)	—	—	14	68	18

El PVR dio unos resultados satisfactorios y también más fidedignos que en el sector aorto-ilíaco. Aquí, con una onda única para cada grupo (Tabla V) la fiabilidad fue 82,3 % y en los diabéticos muy similar, 83,7 %. Merece recalcar la presencia de ondas tipo V (onda plana) en el grupo de oclusión, situación que no ocurre en el sector aorto-ilíaco. El 6 % de los pacientes «normales» que en el PVR mostraban una onda tipo II también presentaban esta misma onda en el sector aorto-ilíaco, estando dicho sector angiográficamente normal.

El estudio del sector femoropoplíteo, teniendo en consideración el estado del sector proximal aorto-ilíaco, lo hemos simplificado y nos limitaremos al análisis del PVR, por juzgarlo de mayor interés. Las presiones parciales, al existir una patología proximal ya sea moderada, severa u oclusiva, se ven seriamente afectadas, por lo que carece de valor su

TABLA VI. — Resultados porcentuales de las presiones parciales en el Sector Femoropoplíteo con integridad del Sector proximal Aorto-ilíaco. (d) Los mismos resultados en los diabéticos

<i>Clasificación angiográfica</i>	<i>Presiones parciales</i>		
	<i>Elevada</i>	<i>Normal</i>	<i>Disminuida</i>
Normal	4	94	2
(d)	21	78	1
Moderada	2	85	13
(d)	27	66	7
Severa	8	87	5
(d)	30	62	8
Oclusiva	8	90	20
(d)	41	51	8

TABLA VII. — Resultados porcentuales del PVR en el sector Femoropoplíteo, estando el sector proximal Aorto-iliaco con enfermedad moderada.
(d) Los mismos resultados en los diabéticos

Clasificación angiográfica	Clasificación de las ondas de PVR				
	I	II	III	IV	V
Normal	8	81	11	—	—
(d)	7	78	15	—	—
Moderada	—	41	59	—	—
(d)	—	44	56	—	—
Severa	+	—	71	29	—
(d)	—	—	70	30	—
Oclusiva	—	—	5	86	9
(d)	—	—	7	76	17

TABLA VIII. — Resultados porcentuales del PVR en el Sector Femoropoplíteo, estando el sector proximal Aorto-iliaco con enfermedad severa.
(d) Los mismos resultados en los diabéticos

Clasificación angiográfica	Clasificación de las ondas de PVR				
	I	II	III	IV	V
Normal	—	—	95	5	—
(d)	—	—	92	8	—
Moderada	—	—	83	17	—
(d)	—	—	77	23	—
Severa	—	—	49	47	4
(d)	—	—	48	47	5
Oclusiva	—	—	—	84	16
(d)	—	—	—	81	19

TABLA IX. — Resultados porcentuales del PVR en el Sector Femoropoplíteo estando el sector proximal Aorto-iliaco con enfermedad oclusiva.
(d) Los mismos resultados en los diabéticos

Clasificación angiográfica	Clasificación de las ondas de PVR				
	I	II	III	IV	V
Normal	—	—	42	58	—
(d)	—	—	47	53	—
Moderada	—	—	3	97	—
(d)	—	—	1	99	—
Severa	—	—	—	85	15
(d)	—	—	—	83	17
Oclusiva	—	—	—	33	67
(d)	—	—	—	31	79

estudio. Aquí entra en vigor el estudio de los gradientes de presión, que consideramos patológicos siempre que sean superiores a 19 mm de Hg para dos sectores contiguos.

En las Tablas VII, VIII y IX podemos apreciar cómo las ondas de PVR se agrupan de una forma ordenada, dejándose notar la presencia de la enfermedad arterial, ya sea del sector proximal ya del sector en estudio, encontrando ondas más patológicas a medida que la enfermedad es más grave. La presencia de enfermedad moderada en el sector proximal apenas altera los resultados, que son muy similares a la existencia de un sector proximal normal. Sin embargo, la enfermedad proximal severa u oclusiva afecta de forma dramática al sector en estudio. Así, vemos que con el sector femoropoplíteo ocluido, si el sector proximal está indemne, la presencia de ondas planas (tipo V) es sólo del 10 %; mientras que si este sector alto está también ocluido, las citadas ondas se recogen en el 67 %.

Ha de notarse que a medida que la enfermedad se hace más severa las ondas de PVR se agrupan de una forma más estrecha, ciñéndose los resultados a dos tipos de ondas según la enfermedad; mientras que cuando la enfermedad es más leve, encontramos hasta tres tipos de ondas para un mismo grupo.

La diabetes tiene muy escasa repercusión sobre los resultados, como venimos viendo con el PVR.

La fiabilidad del PVR cuando coexiste enfermedad proximal y femoropoplíteica es del 77,6 % y en los diabéticos del 78,3 %.

TABLA X. — Resultados porcentuales del PVR en el sector de troncos distales estando los sectores proximales (femoropoplíteo y aorto-ilíaco sin enfermedad
(d) Los mismos resultados en los diabéticos

Clasificación angiográfica	Clasificación de las ondas de PVR				
	I	II	III	IV	V
Normal	96 (d) 91	4 9	— —	— —	— —
Moderada	— (d) —	2 —	76 71	22 29	— —
Severa	— (d) —	— —	36 30	64 70	— —
Oclusiva	— (d) —	— —	— —	33 24	67 76

c) *Sector Distal.* — Después de un minucioso análisis de los resultados, hemos decidido considerar a los tres troncos que llegan hasta el pie como una entidad funcional. El simple «test» de Doppler aplicado a cada una de estas arterias ofrece más datos que los que hemos obtenido analizando los resultados de las presiones parciales y PVR en los dis-

tintos grupos de lesiones y con las distintas fases de la enfermedad arterial proximal. De todos los grupos que se originan con estas variables citadas sólo merecen especial mención dos: 1.º el estudio del sector distal, estando los sectores proximales sanos; y 2.º el estudio del sector distal, en presencia de enfermedad severa u oclusiva de los sectores proximales, concomitante con enfermedad del propio sector en estudio.

En el primero de los casos, el PVR se comporta como en los sectores previamente estudiados (Tabla X), si bien existe una desviación hacia ondas tipo más patológicas para el mismo tipo de lesión al compararlo con los sectores proximales ya estudiados. La fiabilidad fue de 80,3 % para una onda tipo única para cada grupo. En los diabéticos fue de 79,1 %.

En el segundo caso, cuando el sector distal está sano encontramos la misma onda que en el sector proximal; es decir, el sector alto impone el tipo de onda al distal, si bien es cierto que encontramos una tendencia a la presentación de ondas más patológicas según avanzamos distalmente en la exploración, tendencia que no superó el 9 %. Cuando coexiste la enfermedad en ambos sectores, los resultados cambian drásticamente (Tabla XI). Como cabía esperar, tiene una mayor repercusión la enfermedad del propio sector que la proximal. Así, la onda tipo para el distal ocluido es la plana en el 67 % y, sin embargo, la oclusión proximal no logra obtener una onda plana en el distal hasta que éste se ve afectado también de enfermedad severa (56 % ondas planas). La fiabilidad cuando coexiste enfermedad a varios niveles fue de 71,2 % y de 70,7 % en los diabéticos.

TABLA XI. — Incidencia de las ondas del PVR cuando coexiste enfermedad de los sectores proximales con la enfermedad distal expresada porcentualmente. Se indica sólo el tipo de onda más representativo para cada grupo

<i>Clasificación angiográfica de la enfermedad distal</i>	<i>Clasificación angiográfica de la enfermedad proximal</i>		
	<i>Moderada</i>	<i>Severa</i>	<i>Oclusiva</i>
Normal	73 tipo II	94 tipo III	60 tipo IV
Moderada	70 tipo III	66 tipo IV	98 tipo IV
Severa	73 tipo IV	48 tipo V	56 tipo V
Oclusiva	79 tipo V	87 tipo V	98 tipo V

Discusión

La fiabilidad de las presiones parciales fue de 86,4 % mientras que la del PVR fue de 80,1 %. En los diabéticos estos términos se invierten pasando el PVR a tener una fiabilidad de 78,5 % y las presiones de 59,1 %. En conjunto, sin diferenciar a los diabéticos, la fiabilidad es superior para el PVR 79,3 % (presiones parciales 77,6 %). Hemos de recalcar que el criterio seguido para establecer estos resultados con el PVR fue asignar

una onda tipo para cada grupo de enfermedad angiográfica. Existen dos grupos, el moderado y el oclusivo, que empobrecen el resultado, pues no existe una onda tipo en ellos y aceptan dos tipos de ondas cada uno. Teniendo en cuenta esta alternativa y asignándole a estos dos grupos dos ondas tipo, la fiabilidad asciende a 96,4 %, perdiéndose lógicamente en precisión.

Las presiones parciales en el sector proximal dan una fiabilidad pobre con relación a otros sectores. Creemos que ello es debido al grado de lesión de la femoral profunda, ya que cuando existen, como en este caso, dos vasos de tamaño similar, la medida de la presión registrada es la del vaso con mayor presión, enmascarando la patología del vaso adyacente. También hemos de invocar aquí que la angiografía utilizada era en un solo plano, por lo que pasan desapercibidas, especialmente en la femoral profunda, lesiones que sólo se ponen de manifiesto con exámenes angiográficos biplanos.

En la bibliografía, los registros de presión encontrados son muy dispares (3, 4, 8, 12, 14), posiblemente debido al uso de diferentes técnicas, en diferentes sitios de aplicación y con manguitos de distintas anchuras (7). La presión en la arteria femoral, en las tomas intrarteriales, es prácticamente igual a la humeral, existiendo un progresivo aumento de la presión sistólica a medida que nos acercamos al pie, mientras que con los manguitos detectamos lo contrario (5, 6). Los manguitos inferiores a 12 cm de ancho sobreestiman la presión real y los excesivamente anchos la subestiman. Encontramos la medida ideal entre 14 y 16 centímetros con una gran vejiga.

El PVR es más regular y uniforme que las presiones parciales, sin los baches de estas últimas en determinados sectores, como el muslo o en presencia de diabetes. Su mayor virtud es detectar en basal, al enfermo moderado del sano. Su laguna principal es la falta de precisión en distinguir la enfermedad moderada de la severa y la severa de la oclusiva en la clasificación angiográfica, clasificación sujeta a crítica, pues la pauta para establecer el grupo lesional se hizo basándose en la lesión más significativa y no en la extensión de la enfermedad (8).

Los falsos positivos con el PVR (8 % aortoiliacos, 6 % femoropoplíteos y 4 % distales) pensamos que son debidos también a una técnica angiográfica imperfecta al ser en el plano anteroposterior dejando enmascaradas las frecuentes lesiones de cara posterior. La pérdida de elasticidad parietal es la responsable. En otros casos, de ondas patológicas con indemnidad angiográfica. En todos los casos las ondas fueron tipo II, en las que la amplitud es normal y tan sólo encontramos ausencia de dicromismo, por ello en los diabéticos encontramos un 19 % de falsos positivos en el sector aortoiliaco, posiblemente originado por esa «rigidez» parietal.

Los falsos negativos encontrados (8 % femoropoplíteos y 9 % aortoiliacos) los atribuimos a la presencia de femoral profunda en un sector y a las tres ramas de la poplítea en el otro. El PVR es un pletismógrafo cuantitativo, registrándonos el volumen de un segmento prefijado, independientemente de la vía de aporte de dicho volumen, pudiendo, en casos excepcionales, encontrarnos con curvas normales en algunos blo-

queos altos suplidos por excelente circulación colateral. Los bloqueos bajos son peor tolerados por la circulación colateral pobre, de ahí que no encontremos falsos negativos en el sector distal. Esta circunstancia se refleja fielmente en el PVR, donde encontramos una clara desviación hacia curvas patológicas cuanto más distal es la lesión con una mayor incidencia de las mismas. Así, una lesión severa provoca un 4 % de curvas tipo IV en el sector proximal, 22 % en el intermedio y 64 % en el distal.

Las presiones recogidas a nivel del tobillo pueden resultar engañosas debido a la presencia de las tres ramas con amplia capacidad de suplencia e intercomunicación, dándose el caso de presiones normales en presencia de oclusión de uno o dos troncos (1,2). Para ello se ha de valorar la presión en las distintas arterias del pie, escogiendo para el estudio la de presión más elevada. Las presiones parciales en valor absoluto son de escaso valor en el caso de enfermedad mixta, utilizándose aquí los gradientes de presión que consideramos patológicos a partir de 20 mm de Hg para dos sectores contiguos.

No hemos hecho mención del estudio funcional tras esfuerzo o hiperemia, por considerarlos de escasa utilidad ante la evidencia de enfermedad arterial en la exploración basal. La utilización racional de dichos «tests» se ha de aplicar a aquellos casos de enfermedad arterial incipiente en los que se presenta duda con procesos neurológicos, musculares y osteoarticulares y en los que la exploración tras esfuerzo se hace indispensable.

Conclusión

Creemos que la exploración funcional, en concreto los dos «tests» que aquí se presentan, es de gran interés en la valoración topográfica de la enfermedad arterial periférica. La fiabilidad respaldada por el examen angiográfico fue alta para ambas pruebas.

A lo largo del estudio se percibe una mayor relevancia del PVR con respecto a las presiones parciales, por una serie de características que lo hacen más valioso: 1.^a es más rápido de aplicar; 2.^a es más fácil de soportar para el enfermo, pues ocasionalmente el elevar la presión del manguito por encima de la sistólica implica dolor; 3.^a globalmente es más fidedigno; 4.^a es más rico en información, ya que el análisis somero de la curva aporta una mayor riqueza de datos que el simple valor numérico de la presión; 5.^a nos habla de la circulación colateral del segmento explorado, y 6.^a porque en última instancia, con el mismo «test» se pueden determinar las presiones parciales.

No hacemos extensivo el estudio a la exploración funcional tras esfuerzo o hiperemia por considerarla innecesaria en la mayoría de los casos, reservándola exclusivamente para objetivar el diagnóstico diferencial entre enfermedad arterial moderada y patología neurológica, muscular y ortopédica.

Resumimos significando la gran importancia de estos «tests» en la valoración diagnóstica de la enfermedad arterial, que si bien en los pa-

cientes quirúrgicos es un complemento de la angiografía, puede sustituir a ésta en los casos de enfermedad moderada no quirúrgica y en la valoración postquirúrgica de las reconstrucciones arteriales.

RESUMEN

Los autores exponen su experiencia con las exploraciones funcionales de Plethysmografía electrónica (Pulse volume recorder) y presiones parciales en el diagnóstico de las enfermedades arteriales periféricas, especificando sus ventajas y resaltando su utilidad como sustitutas de la angiografía, si no es posible o aconsejable, y como complemento de la misma.

SUMMARY

Authors's experience with the electronic plethysmography (Pulse volume Recorder) and partial pressures in the diagnosis of the peripheral arteriopathies is exposed. Considerations upon they employ are made.

BIBLIOGRAFIA

1. BELL, G.; NIELSEN, P. E.; LASSEN, N. A. y WOLFSON, B.: Indirect measurement of systolic blood pressure in the lower limb using a mercury-in-rubber strain gauge. «Cardiovasc. Res.», 7: 282, 1973.
2. CARTER, S. A.: The relationship of distal systolic pressures to healing of skin lesions in limbs with arterial occlusive disease, with special reference to diabetes mellitus. «Scand. J. Clin. Lab. Invest.», 31 (suppl. 128): 239, 1973.
3. CARTER, S. A.: Clinical measurement of systolic pressures in limbs with arterial occlusive disease. «J.A.M.A.», 207: 1869, 1969.
4. CARTER, S. A.: Indirect systolic pressures and pulse waves in arterial occlusive disease of the lower extremities. «Circulation», 37: 624, 1968.
5. CUTAJAR, C. L.; MARSTON, A. y NEWCOMBE, J. F.: Value of cuff occlusion pressures in assessment of peripheral vascular disease. «Br. Med. J.», 2: 392, 1973.
6. FRONEK, A.; JOHANSEN, K. H.; DILLEY, R. B. y BERSTEIN, E. F.: Noninvasive physiologic tests in the diagnosis and characterization of peripheral arterial occlusive disease. «Am. J. Surg.», 126: 205, 1973.
7. GEDDES, L. A. y TIVEY, R.: The importance of cuff wide in measurement of blood pressure indirectly. «Cardiovasc. Res.», 14: 69, 1976.
8. MAY, A. G.; VAN DE BERG, L.; DEWEESE, J. A. y ROB, C. G.: Critical arterial stenosis. «Surgery», 54: 250, 1963.
9. RAINES, J. K.: Use of the pulse wave recorder in peripheral arterial disease. In Bernstein E. J. editor: «Noninvasive Diagnostic Techniques in Vascular Disease.», St. Louis, 1978; The C. V. Mosby Co.
10. RAINES, J. K.; DARLING, R. C.; DUTH, J.; BREWSTER, D. C. y AUSTEN, W. G.: Vascular laboratory criteria for the management of peripheral vascular disease of the lower extremities. «Surgery», 79: 21, 1976.
11. RAINES, J. K.; JAFFRIN, M. Y. y RAO, S.: A noninvasive pressure pulse recorder: development and rationale. «Med. Instrum.», 7: 245, 1973.
12. SIGGARD-ADERSEN, J.; ULRICH, J.; ENGELL, H. L. y BONDE PETERSEN, F.: Blood pressure measurement of the lower limb. Arterial occlusion in the calf determined by plethysmographic blood pressure measurement in the thigh and of the ankle. «Angiology», 23: 350, 1972.
13. STRANDNESS, D. E. Jr. y BELL, J. W.: Peripheral vascular disease: diagnosis and objective evaluation using a mercury strain-gauge. «Ann. Surg.», 161 (suppl. 1): 35, 1965.
14. YAO, J. S. T.; HORBS, J. T. y IRVINE, W. T.: Ankle systolic pressure measurement in arterial disease affecting the lower extremities. «Br. J. Surg.», 56: 676, 1969.