
Ampliación del test de Strandness en la valoración hemodinámica de las lesiones arteriales ilíacas, femorales o ilio-femorales. Resumen de la Tesis Doctoral*

J. Alós

Unidad de Angiología y Cirugía Vascular
Consorcio Sanitario de Mataró,
Barcelona (España)

RESUMEN

Los test de esfuerzo utilizados habitualmente en el laboratorio vascular, permiten con cierta dificultad por sí solos establecer la sectoriedad y la severidad de una lesión isquémica del miembro inferior. Se analizan un total de 100 pacientes distribuidos en 4 grupos de 25, 3 en función de su patología, frente a un grupo control sano tomando como patrón morfológico la angiografía.

Correlacionando las distancias de marcha recorridas en dos fases diferenciadas del test de esfuerzo en banda rodante, con la única diferencia en cuanto a características del grado de pendiente, se propone el cálculo de un índice de relación y se valora su fiabilidad en el establecimiento de la sectoriedad y severidad de una lesión del eje vascular de la extremidad.

SUMMARY

The effort tests commonly used in the vascular laboratory do not allow to establish by themselves, neither the sectorial distribution nor the severity of an ischemic injury in the lower member.

A total number of 100 patients are analyzed, and are distributed for the analysis in 4 groups of 25. Three groups are formed according to its pathology in opposition to a healthy group of control, and taking angiography as morphological pattern.

We correlate the marching distances covered in two differentiated stages of the effort test on the rolling band, with a unique difference as for the characteristics of the degree of slope. We propose the calculation of a ratio index, and we rate its reliability in the setting up of the sectorial distribution and the severity of an injury of the vascular axis in the extremity.

* Tesis Doctoral presentada en la Universidad Central de Barcelona (España) en febrero de 1994.

Introducción

En el campo del diagnóstico vascular, dejando a un lado el diagnóstico invasivo mediante la aortografía (1) y la medición de presiones de forma cruenta (2, 3, 4, 5), se utilizan de forma inicial la pneumo-pletismografía y la pletismografía por anillos de mercurio en la medición del flujo sanguíneo de las extremidades (6). Sin embargo, la introducción progresiva de nuevos métodos también incruentos, supuso un notorio avance en este campo al permitir una mayor precisión diagnóstica. Cabe destacar el importante papel de la aplicación clínica de los ultrasonidos en este salto cualitativo (7, 8), ofreciéndonos un amplio abanico de posibilidades bajo el apelativo común de Exploraciones Funcionales Hemodinámicas No Invasivas.

No obstante, todo empeño por relacionar de forma más o menos exacta la exploración física y hemodinámica con los hallazgos angiográficos ulteriores no ha llegado a alcanzar el nivel deseado, debido a la complejidad funcional de la hemodinámica sanguínea.

Debemos a Strandness la descripción detallada y validación del «test» de esfuerzo en banda rodante, así como la aproximación, a través del mismo, al diagnóstico integral de la patología isquémica de las extremidades (9).

La importancia que antaño se dio a la determinación de la significatividad hemodinámica de las lesiones del eje vascular proximal, para el planteamiento resvascularizador de una extremidad con lesiones en diversos segmentos (10, 11, 12), recobra hoy su valor y se hace extensivo a las lesiones aisladas de este sector.

La proliferación actual de los procedimientos endovasculares percutáneos y su relativa agresividad fren-

te a la cirugía exige para su aplicación la detección, de forma simple, precoz, eficaz y fiable, de los pacientes con lesiones hemodinámicamente significativas e incapacitantes del eje arterial tributarias de corrección, principalmente las del eje proximal.

Es por ello que el presente estudio pretende cubrir esta necesidad diagnóstica, en base a los cambios hemodinámicos inducidos por la marcha, mediante la combinación del «test» de Strandness «standard» con una variante del mismo, de aplicación simple en la práctica clínica diaria, y correlacionando posteriormente los resultados obtenidos.

El fundamento fisiológico de este estudio radica en la diferente actuación de los diversos grupos musculares de la extremidad inferior, en función de las características del terreno (grado de pendiente) en el que se desarrolla la marcha.

Material y método

El número total de pacientes incluidos en el estudio ha sido de 100, distribuidos en 4 grupos homogéneos de 25 cada uno en función de la localización lesional. Pertenecen al grupo 1 los pacientes sin patología (grupo control), al grupo 2 aquellos con patología aislada del eje ilíaco, al grupo 3 los de patología aislada del eje femoral y, finalmente, al grupo 4 aquellos pacientes con patología combinada de los ejes ilíaco y femoral. Los pacientes de los tres grupos de patología se hallaban en estadio II de Fontaine.

Han constituido criterios de exclusión la diabetes mellitus, la presencia de lesiones a nivel aórtico, poplíteo o distal de la pierna y la existencia de problemas físicos o afecciones sistémicas que pudieran impedir la realización de los «test» preceptivos.

Contamos, por un lado, con un Doppler de emisión continua bidireccional Hokanson dotado de una sonda bifocal de 5 MHz., un inflador automático y un juego de manguitos de 13 x 80 cm. Por otro lado disponemos de una banda rodante automática y programable para las distintas fases del «test», modelo Quinton 55.

Las condiciones ambientales de la estancia en que se lleva a cabo el estudio se han mantenido constantes a lo largo del mismo a una temperatura de 20 °C.

Como método de valoración morfológica se ha utilizado la angiografía, calculando a partir de ella el

porcentaje de estenosis de las distintas lesiones en base a la fórmula:

$$\% \text{ de estenosis} = A - B / A \times 100$$

donde A es la medida del calibre máximo del sector estudiado y B la medida en el punto de máxima estenosis. En caso de obliteración completa se ha considerado un porcentaje de estenosis del 100%.

Una vez anotados los datos de filiación correspondientes, en situación basal, se registra la tensión arterial con Doppler a nivel humeral y maleolar de la extremidad afecta, calculando el índice tobillo/brazo en reposo. Posteriormente se inicia la marcha en la banda rodante a una velocidad de 3 Km. por hora y con una pendiente ascendente del 10%, anotando la distancia recorrida al iniciarse la sintomatología, la distancia máxima de marcha tolerada y la localización de los síntomas. Posteriormente y de forma inmediata, se procede al registro minutado de la tensión maleolar postejercicio, en decúbito supino, para elaborar la curva de Strandness correspondiente.

Recuperada nuevamente la situación basal, se procede a la realización de la segunda fase del «test», que difiere únicamente de la primera en la inclinación de la banda rodante que esta vez se sitúa en el %, siendo el registro de los parámetros idéntico.

Obtenida la distancia en metros en ambas fases, se procede al cálculo de los índices que se proponen en el presente estudio: El Índice I (Inicio) que resulta de relacionar la distancia de aparición de los síntomas entre la primera y la segunda fase del «test», y el Índice C (Claudicación) que resulta de relacionar la distancia máxima de marcha igualmente entre la primera y la segunda fase del «test» (Tabla 1).

Índice I =	$\frac{I \quad 10\% (m)}{I \quad 0\% (m)}$
Índice C =	$\frac{CI \quad 10\% (m)}{CI \quad 0\% (m)}$
Donde:	
I =	Inicio de la sintomatología
CI =	Distancia máxima de marcha

Tabla I

Resultados

La Tabla II ilustra la distribución por grupos en función de edad y sexo, observando únicamente significatividad estadística en cuanto a la edad media.

Población estudiada Distribución por edad y sexo			
	Edad media	Hombres	Mujeres
Grupo 1 (n-25)	59 ± 9.5	22 (88%)	3 (12%)
Grupo 2 (n-25)	56 ± 7.8	23 (92%)	2 (8%)
Grupo 3 (n-25)	62 ± 7.8	21 (84%)	4 (16%)
Grupo 4 (n-25)	63 ± 8.5	25 (100%)	0 (0%)

Tabla II

La diferenciación por grupos del valor de los índices tensionales maleolares en reposo y post-ejercicio, así como el porcentaje de la caída tensional post-esfuerzo, se ilustran en la Tabla III. El índice tobillo/brazo en reposo presenta diferencias significativas entre los grupos patológicos y control, así como entre el grupo de patología femoral (Grupo 3) e ilio-femoral (Grupo 4). En cuanto al índice tobillo/brazo post-esfuerzo, las diferencias entre todos los grupos

Índices tensionales Distribución por grupos			
	IT/B reposo	IT/B post-esf.	% caída tens.
Grupo 1 (n-25)	1,09 ± 0,08 (1 - 1,28)	1,18 ± 0,13 (1 - 1,40)	
Grupo 2 (n-25)	0,57 ± 0,19 (0,20 - 0,89)	0,16 ± 0,18 (0 - 0,62)	73,6 ± 25,5 (30,2 - 100)
Grupo 3 (n-25)	0,64 ± 0,15 (0,45 - 1)	0,30 ± 0,22 (0 - 0,84)	56,5 ± 26,4 (10,6 - 100)
Grupo 4 (n-25)	0,49 ± 0,20 (0,11 - 0,90)	0,16 ± 0,20 (0 - 0,83)	72,8 ± 26,9 (7,4 - 100)
p<0.050			

Tabla III

Correlación estenosis/gradiente T.			
Grupo 2 (patología ilíaca)			
	Estenosis < 35% (n-0)	Estenosis 36-75% (n-7)	Estenosis > 75% (n-18)
Ind. reposo	—	0,71 ± 0,16	0,51 ± 0,16
Ind. post.E.	—	0,35 ± 0,18	0,08 ± 0,12
% caída T.	—	52,5 ± 17,6	81,8 ± 32,6
p<0.050			
Grupo 3 (patología femoral)			
	Estenosis < 35% (n-2)	Estenosis 36-75% (n-2)	Estenosis > 75% (n-21)
Ind. reposo	0,96 ± 0,04	0,84 ± 0,13	0,58 ± 0,09
Ind. post.E.	0,68 ± 0,15	0,55 ± 0,40	0,24 ± 0,16
% caída T.	28,5 ± 19,1	36,9 ± 37,2	59,8 ± 25
p<0.050			
Grupo 4 (patología ilio-femoral)			
	2 Estenos. < 75% (n-4)	1 Estenos. > 75% (n-8)	2 Estenos. > 75% (n-13)
Ind. reposo	0,73 ± 0,12	0,49 ± 0,18	0,40 ± 0,16
Ind. post.E.	0,39 ± 0,34	0,18 ± 0,17	0,07 ± 0,08
% caída T.	50,5 ± 38,2	68,6 ± 27,3	82,2 ± 19,5
p<0.050			

Tabla IV

son significativas a excepción del grupo de patología ilíaca (Grupo 2) y el de patología ilio-femoral (Grupo 4), probablemente por la presencia en ambos de patología proximal.

El porcentaje de caída tensional post-ejercicio presenta significatividad estadística entre el grupo de patología femoral con respecto a los de patología ilíaca e ilio-femoral.

El nivel de significatividad en la totalidad de casos anteriores se sitúa en una p>0.050.

La distancia recorrida por los pacientes en el desarrollo de las dos fases del «test» en la banda rodante se especifican y diferencian por grupos en la figura 1.

Se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos de pacientes con patología en relación a la distancia media recorrida en la segunda fase del test (pendiente del 0%), mientras que no se evidencia esta significatividad en la primera fase (pendiente del 10%).

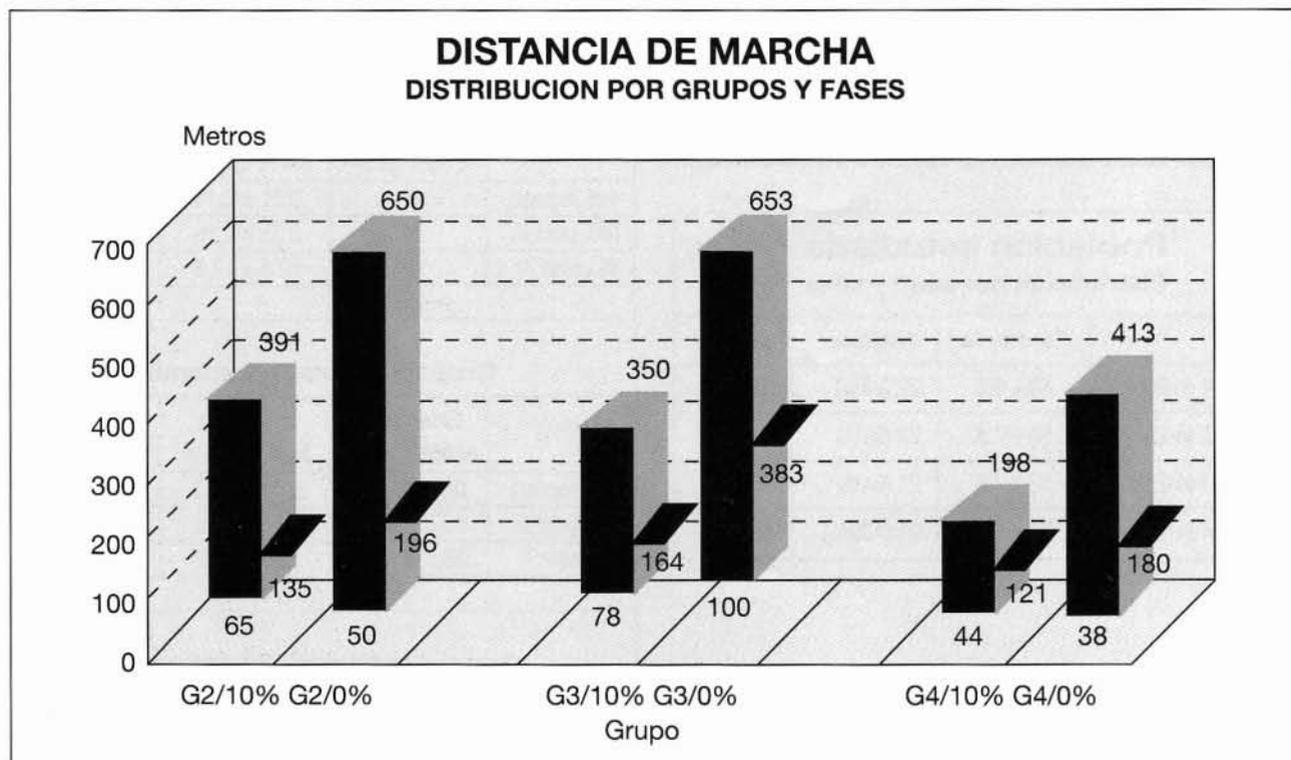


Figura 1

A fin de correlacionar los gradientes tensionales con la situación angiográfica, se han establecido tres grados de estenosis en las lesiones aisladas:

- Estenosis menor o igual al 35%
- Estenosis comprendida entre el 36% y el 75 %
- Estenosis superior al 75%

En el grupo de patología multisectorial se establecen tres supuestos diferenciados:

- Cuando ambas lesiones son inferiores al 75%
- Cuando una de las dos lesiones es superior al 75%
- Cuando ambas lesiones son superiores al 75%

En la Tabla IV se muestra la correlación por grupos entre los diversos grados de estenosis y los índices tensionales maleolares en reposo, post-ejercicio y la caída tensional.

Queda reflejada en el gráfico anterior la existencia de una relación inversamente proporcional entre los índices maleolares en reposo y post-ejercicio y la severidad de la estenosis y, por tanto, una relación directamente proporcional entre el porcentaje de caída tensional y el grado de estenosis.

Al correlacionar las estenosis con la distancia de marcha recorrida, tomamos como base los grados de

estenosis detallados en el punto anterior. La Tabla V nos muestra la relación de estas estenosis con la distancia recorrida en metros en las dos fases del «test». No existe correlación ni significación estadística entre ambos parámetros en ninguno de los tres grupos. La distancia de marcha recorrida es, por tanto, independiente de la localización y severidad de la lesión.

Al correlacionar la distancia de marcha con las distintas pendientes, en los tres grupos de sujetos con patología, se ha constatado un incremento en la distancia de marcha en la fase del «test» sin pendiente frente a la fase en que se utiliza la pendiente del 10%. Ello se hace mucho más patente en los pacientes portadores de patología aislada en el eje femoral (Figura 2).

Se han relacionado tomando como base la fórmula preestablecida, la distancia recorrida al inicio de la sintomatología y la distancia máxima de marcha en la primera fase del test, con los mismos parámetros de la segunda fase. Asimismo se pretende hallar el punto de inflexión de ambos índices para establecer la validación de los mismos.

En la Tabla VI se refleja la media de los índices calculados para cada grupo de estudio, mostrando una

Correlación estenosis/distancia M.			
Grupo 2 (patología ilíaca)			
	Estenosis < 35% (n-0)	Estenosis 36-75% (n-7)	Estenosis >75% (n-18)
Distancia 10%	—	92,7 ± 20	124,7 ± 38,8
Distancia 0%	—	155,8 ± 126	223,9 ± 195,3
Grupo 3 (patología femoral)			
	Estenosis < 35% (n-2)	Estenosis 36-75% (n-2)	Estenosis >75% (n-21)
Distancia 10%	97 ± 14,1	142,5 ± 10,6	173,1 ± 79,6
Distancia 0%	244,5 ± 31,8	387,5 ± 194,4	330,9 ± 185
Grupo 4 (patología ilio-femoral)			
	2 Estenos. <75% (n-4)	1 Estenos. > 75% (n-8)	2 Estenos. > 75% (n-13)
Distancia 10%	130,2 ± 59,3	125,7 ± 40,8	123 ± 46,7
Distancia 0%	206,5 ± 157,6	133,5 ± 52,9	161,7 ± 95,9

Tabla V

elevada significatividad estadística ($p < 0.0001$) entre los grupos de patología femoral e ilíaca (Grupos 3 y 2) y los grupos de patología femoral e ilio-femoral (Grupos 3 y 4).

El punto de inflexión en el valor absoluto de los índices que ofrece un menor número de fallos, al tiempo que discrimina mejor entre los diferentes grupos de patología, se sitúa en el valor de 0,60 para ambos índices, si bien el grado de fiabilidad de ambos es sensiblemente distinto (Tabla VII).

Discusión

Es un hecho ampliamente demostrado y aceptado que las mediciones tensionales Doppler combinadas con el ejercicio en banda rodante son, actualmente, la mejor herramienta de la que disponemos en el laboratorio vascular para el diagnóstico y planteamiento terapéutico de las EEII con lesiones isquémicas (13).

Como ha quedado reflejado, tanto en el grupo de sujetos sanos como en los portadores de patología, los valores medios del índice tensional maleolar son

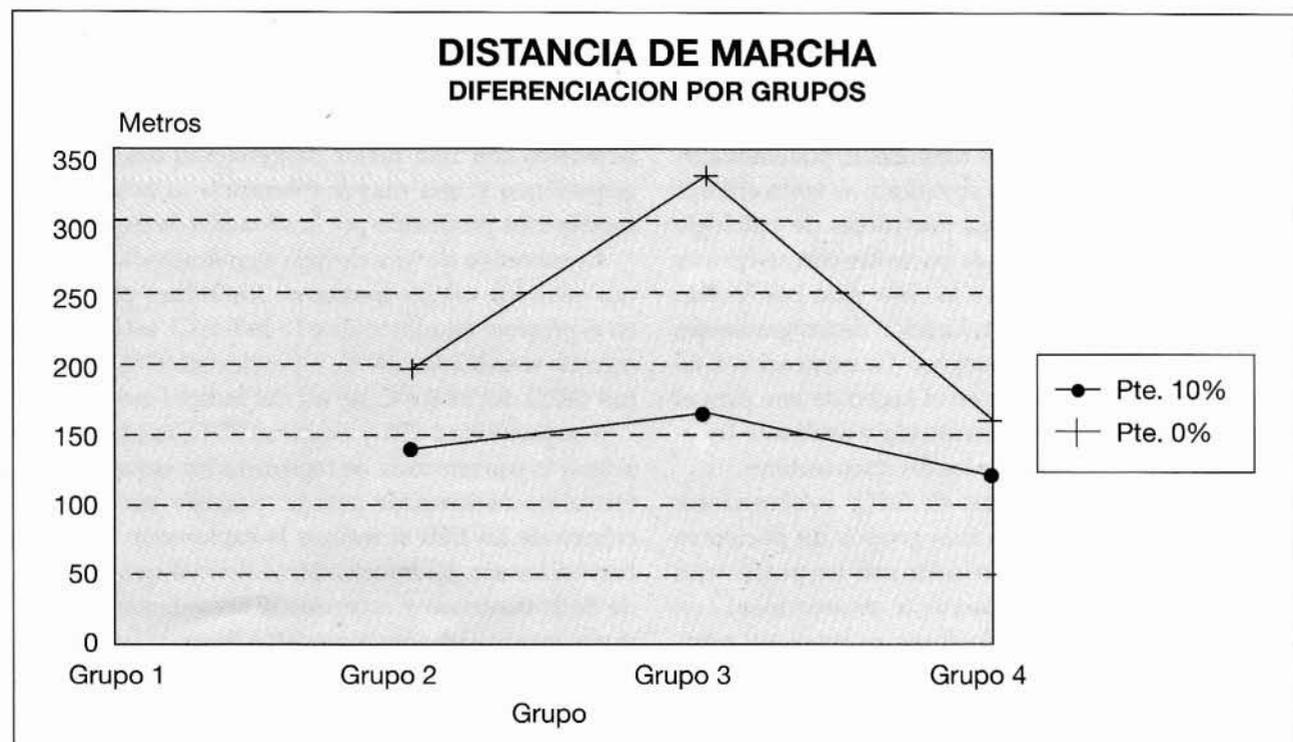


Figura 2

Relación entre distancias			
Índices de relación			
	Grupo 2 (n-25)	Grupo 3 (n-25)	Grupo 4 (n-25)
Índice I	0,72 ± 0,27 (0,29 - 1,24)	0,60 ± 0,21 (0,09 - 1,04)	0,75 ± 0,26 (0,28 - 1,35)
Índice C	0,79 ± 0,21 (0,22 - 1,30)	0,53 ± 0,16 (0,25 - 1)	0,86 ± 0,25 (0,34 - 1,25)
p < 0,0001			

Tabla VI

Índices de distancias		
	Índice I	Índice C
Especificidad	65 %	83 %
Sensibilidad	77 %	90 %
Exactitud	73 %	88 %

Tabla VII

totalmente superponibles a los de los estudios considerados clásicos en este sentido (14, 15, 16, 17, 18), lo que confiere una base sólida a la muestra analizada.

En relación a estos índices tensionales, podemos afirmar que existen diferencias significativas tanto entre el grupo de sujetos sanos y los portadores de patología como entre los tres grupos de pacientes con afecciones distintas, en contraposición a lo observado por Nicolai-des (25) en sus estudios de valoración de los gradientes tensionales en situación de reposo. La explicación a tal discrepancia podría radicar en el hecho de que para el presente estudio se han seleccionado y analizado lesiones más o menos «puras» de los diversos sectores.

Al igual que en el estudio de Bell y colaboradores (20), se ha hallado en los tres grupos de pacientes patológicos una buena correlación con los porcentajes de lesión, de forma inversamente proporcional con respecto a los índices maleolares en reposo y post-ejercicio, y de forma directamente proporcional al porcentaje de caída tensional.

Coincide también el presente estudio con otras publicaciones (21, 22), en la inexistencia de correlación

entre la distancia de marcha tolerada en la actividad cotidiana del paciente y su cuantificación en el laboratorio vascular mediante la claudicometría en banda rodante. Asimismo, no se describe una correlación entre el índice tensional maleolar y la distancia de marcha recorrida.

La ausencia de la mencionada correlación clínico/hemodinámica por grupos de patología se acompaña de unos resultados en cierto modo contradictorios, otorgando mayor perímetro de marcha a pacientes con menor índice tensional en reposo.

Hay que destacar, sin embargo, la discriminación entre los tres grupos de patología que nos proporciona el análisis de la distancia de marcha recorrida en la fase del «test» que no utiliza pendiente alguna, que no es posible hallar en la fase de inclinación ascendente. Este efecto puede deberse a dos factores, que en la enfermedad arterial obstructiva crónica deben considerarse definitorios. Por un lado, el tiempo prolongado de evolución lesional, que permite a la extremidad acoplarse paulatinamente a la situación de precariedad metabólica que comporta la reducción del flujo sanguíneo. Por otro lado, hay que destacar la compensación ejercida por el desarrollo de la circulación colateral a través de los circuitos habituales y el efecto beneficioso del «entrenamiento» diario sobre la reología sanguínea (23, 24) así como sobre los cambios metabólicos a nivel de las fibras musculares (25, 26). Todo ello se traduce finalmente en un mayor aporte hemático con una mejor oxigenación del músculo esquelético y una mayor tolerancia al acúmulo de metabolitos producido por la situación de isquemia.

La existencia de una elevada significatividad estadística entre los valores medios de los índices propuestos en el presente estudio (Índice I e Índice C), así como una correcta sensibilidad (90%), especificidad (83%) y exactitud (88%) del Índice C, no así del Índice I (sensibilidad 77%, especificidad 65% y exactitud 73%), nos hacen considerar la conveniencia de replantear los esquemas protocolarios de actuación ante un paciente con isquemia crónica de las EEII al realizar la exploración funcional hemodinámica. La información adicional que nos brinda de la existencia y repercusión hemodinámica de lesiones proximales, ante la previsión de su evolución clínica desfavorable, nos condicionará la actitud terapéutica.

En el aspecto meramente técnico, la posibilidad de realización de esta variante del «test» de esfuerzo para el cálculo del Índice de Claudicación, al no requerir

más utillaje que el empleado para la práctica del «test» de Strandness «standard» es totalmente factible. Su aplicación, caso de que esté indicada por la presencia de una claudicación a corta distancia, requiere únicamente prolongar la exploración por un espacio de tiempo no superior a los 25 minutos, incluyendo el tiempo necesario para la recuperación de las condiciones basales una vez finalizada la primera fase del «test».

Atendiendo a estos últimos aspectos (disponibilidad de utillaje, tiempo y objetividad ofrecida), la relación coste-beneficio es altamente satisfactoria, justificando esta elevada rentabilidad su utilización de forma habitual y rutinaria.

Autores como Bone (27), Heint (28) y Sumner (29), sostienen que la medición de los gradientes tensionales a los cuatro niveles de la extremidad es suficientemente indicativa en la determinación de la presencia y sectoriedad lesional. Zierler y Strandness (34) proponen como protocolo de estudio del eje arterial de las EEII la toma de gradientes tensionales y el registro de la curva velocimétrica Doppler a nivel de femoral común, basal y post-esfuerzo, registrando las variaciones de las mismas.

También, orientado a establecer la significación de las lesiones aorta-ilíacas, Levy (31) se basa en el registro del flujo arterial con Doppler a diversos niveles y Faris (32) halla la variación de velocidad de flujo femoral post-esfuerzo como mayor indicador de patología proximal.

Shoor (33) correlaciona el grado de estenosis con el Índice de Pulsatilidad a nivel femoral basal y post-esfuerzo, hallando una buena correlación de sus variaciones con el grado de estenosis proximal.

Si se tiene en cuenta la eficacia demostrada del cálculo del Índice de Pulsatilidad femoral con el esfuerzo como indicador de lesión del eje proximal y como predictivo en el planteamiento revascularizador de las lesiones combinadas de los sectores aorto-ilíaco y femor-poplíteo (34), el cálculo del Índice C añade una pieza efectiva más al mosaico de las exploraciones funcionales hemodinámicas incruentas.

Conclusiones

— El Índice de Claudicación se erige como un buen indicador de existencia, sectoriedad y severidad lesional de las afecciones hemodinámicamente significativas (i-

guales o superiores al 30%) y proximales al arco crural.

— Registros del Índice de Claudicación superiores a 0,60 nos indican la presencia y significatividad de lesión proximal al arco crural, traduciendo por debajo de esta cifra indemnidad hemodinámica del eje proximal del miembro inferior.

— El registro del Índice de Claudicación reúne los criterios de fiabilidad diagnóstica requeridos para la validación de un estudio funcional hemodinámico incruento.

— La distancia de marcha recorrida en la variante propuesta, discrimina de forma significativa entre los diferentes grupos de patología estudiados.

— La relación coste-beneficio de la aplicación del «test» y el cálculo del índice propuesto es muy satisfactoria, ya que no requiere utillaje adicional y el tiempo empleado es mínimo (en ningún caso superior a los 25 minutos).

— La distancia máxima de marcha registrada en el desarrollo del «test» de esfuerzo no es un parámetro indicativo por sí mismo de sectoriedad ni severidad lesional.

— En ausencia de lesiones distales, el registro del índice tensional maleolar post-esfuerzo y el porcentaje de caída tensional, constituyen parámetros indicadores de sectoriedad lesional y discriminativos de la severidad de la misma.

BIBLIOGRAFIA

1. HAIMOVICI, H.: «Cirugía Vascul. Principios y técnicas». Salvat Editores, 1.ª edición castellana. Barcelona, 1986, 3.
2. BELCARO, G.; NICOLAIDES, A. N.: Pressure gradients in patients with aorto-iliac stenosis or occlusion. *Intern. Angio.*, 1986, 5:45.
3. CASTAÑEDA-ZUÑIGA, W.; KINIGHT, L.; FORMANEK, L.; MOORE, R.; D'SOUZA, V.; AMPLATZ, K.: Hemodynamic assessment of obstructive aorto-iliac disease. *Am. J. Roentgenol.*, 1976, 127: 559.
4. HAIMOVICI, H.; ESCHER, D. J. W.: Aorto-iliac stenosis. Diagnostic significance of vascular hemodynamics. *Arch. Surg.*, 1956, 72:107.
5. LORENSTEN, E.; HOEL, B. L.; HOL, R.: Evaluation of the functional importance of arteriosclerotic obliterations of the aorto-iliac artery by pre-sure/flow measurements. *Acta Med. Scand.*, 1972, 191:399.

6. DEDICHEN, H.; MYHRE, H. D.: Reactive hyperemia of the human lower limb. *Acta Chir. Scand.*, 1975, 141:517.
7. FRANKLIN, D. L.; SCHLEGEL, W. A.; RUSMHER, R. F.: Blood flow measured by doppler frequency shift of backscattered ultrasound. *Science*, 1961, 134:564.
8. WATSON, N. W.; RUSHMER, R. F.: «Ultrasonic blood flowmeter transducers». San Diego Sympos. Biomed. Engin., 1963, 31:87.
9. STRANDNESS, D. E. JR.; BELL, J. W.: An evaluation of the hemodynamic response of the claudicating extremity to exercise. *Surg. Gyn. Obst.*, 1964, 119:1.237.
10. BENSON, J. R.; WHEELER, T. J.; COHEN, A.; SPENCER, F. C.: Combined aorto-iliac and femoropopliteal occlusive disease. *Annals of Surgery*, 1966, 163:121.
11. HARRIS, K. A.; MEADS, G. E.: A single treadmill exercise test does not accurately quantitate claudication. *Can. J. Surg.*, 1987, 30:446.
12. ROYSTER, T. S.; LYNN, R.; MULCARE, R. J.: Combined aorto-iliac and femoro-popliteal occlusive disease. *Surg. Gyn. Obst.*, 1976, 143:949.
13. CREUTZIG, A.; RANKE, C.: The instrumental diagnosis of arterial diseases especially of arterial occlusive disease. *Z. Gesamte Inn. Med.*, 1991, 46(10-11):395.
14. CUTAJAR, C. L.; MARSTON, A.; NEWCOMBE, J. F.: Value of cuff occlusion pressures in assessment of peripheral vascular disease. *Br. Med. J.*, 1973, 273:392.
15. FRONEK, A.; COEL, M.; BERNSTEIN, E. F.: The importance of combined multisegmental pressures and doppler flow velocity studies in the diagnosis of peripheral arterial occlusive disease. *Circulation*, 1973, 48:149.
16. FRONEK, A.; JOHANSEN, K. H.; DILLEY, R. B.; BERNSTEIN, E. F.: Noninvasive physiologic test in the diagnosis and characterization of peripheral arterial occlusive disease. *Am. J. Surg.*, 1973, 126:205.
17. JURADO, J.; JUAN, J.; LEAL, J.; MARINEL-LO, J.; MATEO, J.; MIQUEL, J.: «La exploración hemodinámica en Angiología y Cirugía Vasculard». Centro Documentación Médica Laboratorios Uriach. Barcelona, 1988, 100.
18. WINSOR, T.: Clinical plethysmography: II. Plethysmographic procedures of clinical importance. *Angiology*, 1953, 4:149.
19. NICOLAIDES, A.; BULL, M. L.; GROVES, J. H.; BELCARO, G.: The value of segmental pressure measurement in the assessment of peripheral vascular disease. *Intern. Angio.*, 1986, 5:7.
20. BELL, M. B.; NIELSEN, P. E.; WILFSON, B.; ENGELL, H. C.; LASSEN, N. A.: Measurement of systolic pressures in the limbs of patients with arterial occlusive disease. *Surg. Gyn. Obst.*, 1973, 136:177.
21. SIGGAARD-ANDERSEN, J.; PETERSEN, F. B.: Intermittent claudication. A comparison between subjective and measured claudication walking distance. *Angiology*, 1968, 19:426.
22. YAO, S. T.: «The effect of strain gauge plethysmography and doppler ultrasound in the study of peripheral arterial disease». Oh. D. Thesis. London, 1970.
23. ERNITS, E. E.: Changes in blood rheology produced by exercise. *JAMA*, 1985, 253:2.962.
24. ERNITS, E.E.; MATRAI, A.: Intermittent claudication, exercise, and blood rheology. *Circulation*, 1987, 76:110.
25. MC.DERMOTT, J. C.; BONENE, A.: Endurance training increases skeletal muscle lactate transport. *Acta Physiol. Scand.*, 1993, 147(3):323.
26. NEUFER, P. D.; SHINEBARGER, M. H.; DOHN, G. L.: Effect of training and detraining on skeletal muscle glucose transporter content in rats. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 1992, 70(9):1.286.
27. BONE, G. E.; HAYES, A. C.; SLAYMAKER, E. E.; BARNES, R. M.: Value of segmental limb blood pressures in predicting results of aorto-femoral by-pass. *American Journal of Surgery*, 1976, 132:733.
28. HEINTZ, S. E.; BONE, G. E.; SLAYMAKER, E. E.; HAYES, A. C.; BARNES, R. W.: Value of arterial pressure measurement in the proximal and distal part of the thigh in arterial occlusive disease. *Surg. Gyn. Obst.*, 1978, 146:337.
29. SUMNER, D. S.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Aorto-iliac reconstruction in patients with combined iliac and superficial femoral arterial occlusion. *Surgery*, 1978, 84:348.
30. ZIERLER, R. E.; STRANDNESS, D. E.: «Ultrasound lower extremity arterial diagnosis». *Edit. Prax.* 1980, 168.
31. LEVY, J. B.: Intérêt de l'étude vélocimétrique par effet doppler dans les lésions artérielles de l'étage fémoro-poplitée. *Jornal del Maladies Vasculaires*, 1987, 3:185.
32. FARIS, I. B.; JAMIESON, C. W.: The diagnosis of aorto-iliac stenosis: A comparison of thigh pressures measurement and femoral artery flow velocity profile. *J. Cardiovasc. Surg.*, 1975, 26:283.
33. SHOOR, R. M.; FRONEK, A.; BERNSTEIN, E. F.: Quantitative transcutaneous arterial velocity measurements with doppler flowmeters. *Arch. Surg.*, 1979, 114:992.
34. MARINEL-LO, J.: «Valor predictivo de las exploraciones funcionales hemodinámicas en el diagnóstico y planteamiento revascularizador de las lesiones combinadas de los sectores aorto-ilíaco y femoro-poplitée». Tesis Doctoral. U.A.B., Barcelona, 1987.