
Estudio dinámico del flujo sanguíneo en pacientes con obliteración unilateral de la arteria ilíaca

F. Moreno Padilla - M. Díez Herranz - R. Peñafiel Marfil - V. García Rospide - L. González Ríos
J. Ramosa Bruno - E. Ros Die

Servicio de Angiología y Cirugía Vascolar
Jefe de Servicio: Prof. Dr. Ros Die
Hospital Universitario. Granada (España)

RESUMEN

Se estudia el flujo sanguíneo en enfermos con obliteración unilateral de la arteria ilíaca y, de forma especial durante el ejercicio, con el fin de poder comprobar las modificaciones que se producen en dicho flujo durante él.

Se utilizaron 11 enfermos, con evolución de más de un año, sin enfermedades asociadas.

SUMMARY

Sanguineous flow is studied in a group of patients with unilateral obliteration of iliac artery. This flow was particularly studied during exercise with the purpose of determinate the modifications on the flow produced by exercise.

For this purpose, 11 patients with no asociated pathologies were studied during more than a year follow-up.

Introducción

Es un hecho constatado, hace ya muchos años, que el paciente que sufre una obliteración arterial de los miembros inferiores, si sobrepasa con éxito la fase de isquemia crítica, experimenta una mejoría de su enfermedad que se traduce en la desaparición del dolor y en un aumento de la distancia de claudicación (5, 7, 12).

Con cierta frecuencia encontramos enfermos que rechazaron la cirugía propuesta por estas patologías y que

refieren una clara mejoría evidenciada por el alargamiento de su perímetro de marcha e incluso por ausencia de dolor cuando ejercitan en terreno llano.

Para algunos autores esta mejoría se debe al efecto beneficioso del ejercicio en los pacientes con claudicación intermitente (4, 9, 13); pero lo cierto es que no ha podido demostrarse la existencia de un incremento de flujo sanguíneo con el ejercicio en estos pacientes.

Nuestro propósito fue estudiar el

flujo sanguíneo en enfermos con obliteración unilateral de la arteria ilíaca y, de forma especial durante el ejercicio, con el fin de poder constatar las modificaciones que se producen durante él en el flujo sanguíneo.

Material, método y pacientes

Dado que comparar nuestros pacientes con los controles sanos correspondientes presentaba serias dificultades, por las características técnicas del estudio, elegimos 11 pacientes, menores de 60 años, con obliteración de la arteria ilíaca primitiva de un miembro, sin lesiones distales asociadas, con una evolución superior a un año, para que estuviera debidamente estabilizada, y que no presentaran enfermedades asociadas, tales como diabetes, coronariopatía e H.T.A.

De este modo, estamos comparando un miembro isquémico, con obliteración de su arteria principal, con un miembro sano, normoperfundido pero anulando la mayor parte de las variables que modifican la respuesta al ejercicio, especialmente las cardiocirculatorias. Es éste, en nuestra opinión, uno de los mayores alicientes del estudio y que le confiere originalidad, ya que nos permite comparar cada caso de enfermedad con su control sano correspondiente. Es decir, pierna isquémica contra pierna sana, pero dentro del mismo caso.

Establecimos una prueba de esfuerzo, continua, dividida en cuatro «tests» que numeramos del I al IV. En los «tests» I y III se trabaja de forma selectiva con una sola pierna, si bien a cargas distintas y cada «test» está dividido en cuatro palieres o períodos de trabajo con intervalos de reposo. La duración de estos palieres era de cinco minutos para la pierna sana y de un período variable en la pierna isquémica, impuesto por la aparición del dolor constrictivo que ponía fin a la prueba.

al pliegue inguinal, introduciendo un catéter de Swan & Ganz. El flujo se determinó mediante técnicas de termodilución, utilizando un computador de Gasto **EDWARDS** modelo 9520-A. La determinación de flujo se llevó a cabo en situación basal y al final de cada uno de los cuatro «tests» que conforman la prueba de esfuerzo. Siempre en ambas extremidades y de forma simultánea.

Resultados

El flujo sanguíneo parte en reposo, de un nivel similar para ambos

trabajo, alcanzando su pico máximo en el TEST-III con 4,34 l/min. El miembro isquémico experimenta su pico máximo de flujo en el TEST-I con un flujo de 1,83 l/min ($p < 0,001$).

En primer lugar, hay que destacar la importante diferencia existente entre el flujo de los miembros con el esfuerzo, resultado lógico teniendo en cuenta la obliteración ilíaca del miembro isquémico. En segundo lugar, que ambos miembros obtienen su pico de flujo máximo cuando trabajan aisladamente. En tercer lugar, que cuando a una pierna que está realizando su máximo esfuerzo se le suma el esfuerzo de la segunda pierna aparece en la primera una disminución del flujo. Dicho de otro modo, la pierna que se suma al esfuerzo «roba sangre» de la que lo estaba realizando.

En el estudio del pH sanguíneo, realizado durante la prueba de esfuerzo, encontramos que en la sangre venosa de ambos miembros inferiores aparece un descenso progresivo del pH con el esfuerzo, siendo éste más acentuado en el miembro isquémico, en el que se alcanzan valores de 7,12.

Lo significativo es que aún en presencia de este potente factor vaso-

Prueba de esfuerzo

TEST I	4 pal.	20 wat.	M. isquémico
TEST II	1 pal.	40 wat.	Dos piernas
TEST III	4 pal.	40 wat.	M. sano
TEST IV	1 pal.	60 wat.	Dos piernas

Los «tests» II y IV son únicos, se trabaja simultáneamente con ambas piernas a cargas distintas y la duración de los mismos viene impuesto por la aparición del dolor isquémico que pone fin a la prueba. El interés de estos «tests» estriba en la posibilidad de ver las modificaciones que tienen lugar en el flujo sanguíneo cuando después de un trabajo exhaustivo con una sola pierna, se le suma la ayuda de la segunda pierna.

miembros inferiores, con 0,35 l/min para el miembro sano y 0,34 l/min para el isquémico. Ello nos da idea de la excelente colateralidad que se genera en este tipo de bloqueos proximales.

El miembro sano experimenta con el esfuerzo un aumento significativo del flujo en función de la carga de

Utilizamos un ergómetro de bicicleta **ERGO-METRICS 900** modelo **D-74 BITZ** con freno electrodinámico por corrientes parásitas mandado por computadora, con medidor del momento de giro independiente del número de revoluciones. Con él se monitoriza la presión sistólica, frecuencia cardíaca, E.C.G., potencia expresada en vatios, cadencia de pedaleo y tiempo.

Para el estudio del flujo sanguíneo se cateterizó la vena ilíaca externa de ambos miembros inferiores por técnicas de Seldinger, mediante punción de la vena femoral 10 cm distal

FLUJO SANGUINEO - RELACION CON EL ESFUERZO

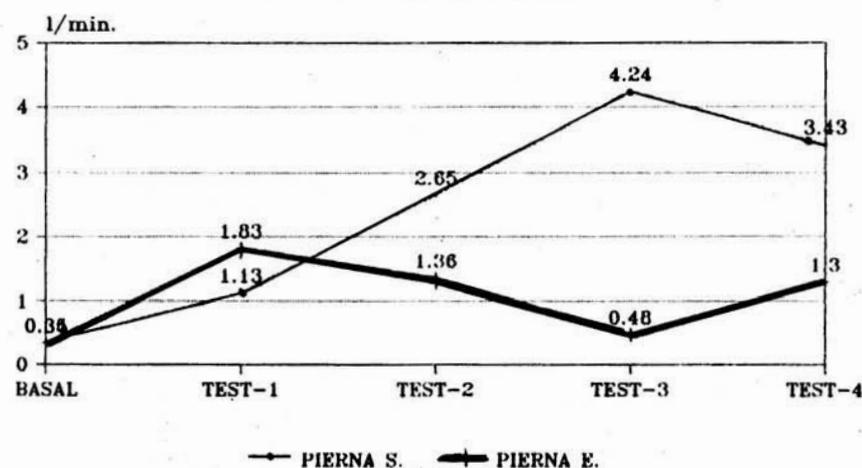


Fig. 1: Explicación en el texto

PH - VARIACION CON EL ESFUERZO

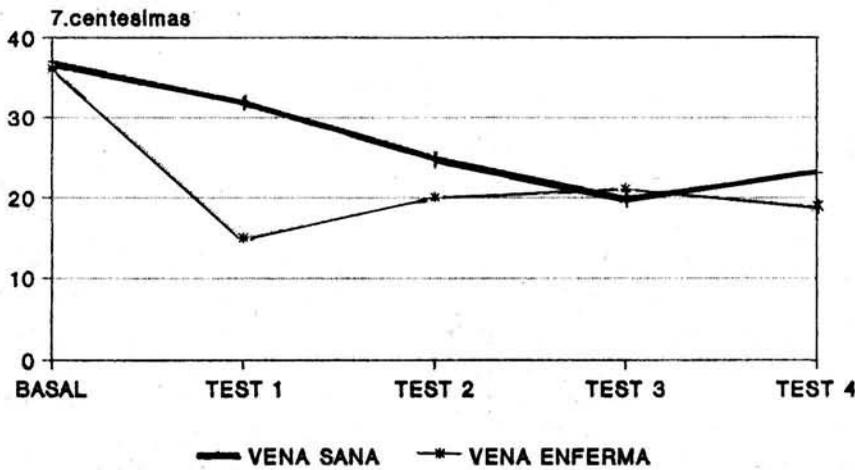


Fig. 2: Ecplicación en el texto

dilatador como es la acidosis, se impone la acción vasoconstrictora refleja, mediada por mecanismos hasta ahora desconocidos, para que se pueda mantener la presión de perfusión sistémica eficaz, teniendo el músculo activo que restringir su flujo.

Discusión

El dato más destacable de nuestro estudio es el ya mencionado fenómeno de robo, que nos parece altamente significativo en estos pacientes. Este fenómeno está ampliamente estudiado en fisiología del esfuerzo (2, 3, 10). Cuando un atleta está ejercitando una pierna y se le suma al esfuerzo el ejercicio de la otra pierna, o de los brazos, aparece una disminución del flujo en la primera pierna del orden del 35% (6, 14).

Esto obedece a un planteamiento general en aras de mantener una presión de perfusión eficaz, ya que la bomba cardíaca no es capaz de perfundir toda la masa muscular esquelética al mismo ritmo, debiendo por ello realizar el músculo en ejercicio una vasoconstricción refleja activa (1, 8, 15).

Así, un atleta de 70 kg, tratado de forma aislada con el grupo extensor de la rodilla de una pierna, con una

masa muscular de 2,5 kg, es capaz dicho músculo de aceptar un flujo de 6 l/min. Si este mismo atleta pusiera en juego toda su masa muscular del orden de 25 kg, el gasto cardíaco necesario para perfundir toda la masa muscular al mismo ritmo sería de 60 l/min. Esto es el triple del gasto cardíaco máximo de un sedentario y más del doble del gasto publicado para los mejores atletas de «endurance».

Lo sorprendente es que esta vasoconstricción del músculo activo tenga también lugar en los pacientes arterioescleróticos y no sólo en el miembro sano sino incluso en el isquémico, donde los flujos son mucho más reducidos.

Además, que este enérgica acción vasoconstrictora del músculo activo, mediada por mecanismos hasta ahora desconocidos, se efectúe en presencia de un potente factor vasodilatador como es la acidosis, que

como veíamos llegaba a valores de 7,12 en el miembro isquémico.

Queremos destacar que el flujo en el miembro sano se multiplica con el esfuerzo por 12,5 veces, pero que en la pierna isquémica se multiplica por 5,3 veces, partiendo ambos miembros de un nivel basal, lo que nos da idea del nada desdeñable incremento de flujo que tiene lugar en el mismo miembro isquémico mediante una excelente colateralidad generada en estos bloqueos de arteria aliaca.

Creemos que este tipo de pacientes tiene una gran adaptación muscular a un bajo flujo sanguíneo y que su sistema arterial, a pesar de la obliteración, es capaz de aceptar un flu-

Flujo sanguíneo (l/min)

	Basal		Esfuerzo
Pierna sana	0,35	(x12,5)	4,34
Pierna isquémica	0,34	(x5,3)	1,83

jo sanguíneo más elevado, como lo demuestra cuando trabajan de forma selectiva con dicha pierna donde los flujos son más elevados que cuando lo hacen con las dos. Es decir, tienen una doble limitación al flujo. Una orgánica, por su enfermedad arterial, y otra funcional, impuesta por un bajo gasto cardíaco por la inactividad que les confiere su claudicación intermitente.

Estos pacientes necesitan de una doble actividad: caminar para adaptar el músculo a la hipoxia de la hipoperfusión sanguínea, creando los mecanismos enzimáticos y poder aumentar así su rendimiento y, en segundo lugar, un ejercicio de los llamados totales, en los que entran en juego grandes masas musculares, a fin de entrenar la bomba cardíaca y obtener un aumento del gasto cardíaco, con lo que mejoraría de forma indirecta su claudicación intermitente.

BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSEN, P.: Maximal blood flow and oxygen uptake of an isolated exercising muscle group in man. «Acta Physiol. Scand.», 114: 37-A, 1982.
 2. EIKEN, O.: «Response to dynamic leg exercise in man influenced by changes in muscular perfusion pressure. «Acta Physiol. Scand.», (sup.) 566: 1, 1987.
 3. EIKEN, O.: Dynamic exercise in man as influenced by experimental restriction of blood flow in the working muscles. «Acta Physiol. Scand.», 131: 339, 1987.
 4. FOLEY, W. T.: Treatment of gangrene of the feet and legs by walking. «Circulation», 15: 689, 1957.
 5. HAEGER, K.; LINDELL, S. E.; WALLENTINSON, B.: Träningsgymnastik vid förtroangande artärsjukdomar. «Svenska. Läk. Tidn.», 66: 1453, 1969.
 6. KLAUSEN, K.; SECHER, N. H.; CLAUSEN, J. P., et al.: Central and regional circulatory adaptation to one leg training. «J. Appl. Physiol.», 52: 976, 1982.
 7. LARSEN, O. A.; LASSEN, N. A.: «Effects of daily muscular exercise in patients with intermittent claudication. «Lancet», 2: 1093, 1966.
 8. SALTIN, B.: Physiological adaptation to physical conditioning. «Acta Med. Scand.», (sup.) 711: 11, 1988.
 9. SALTIN, B.: Hemodynamic adaptation to exercise. «Am. J. Cardiol.», 55: D42, 1985.
 10. SALTIN, B.; KIENS, B.; SAVARD, G., et al.: Role of hemoglobin and capillarization for oxygen delivery and extraction in muscular exercise. «Acta Physiol. Scand.», (sup.) 556: 21, 1986.
 11. SALTIN, B.; KIENS, B.: Capacity of blood flow delivery to exercising skeletal muscle in humans. «Am. J. Cardiol.», 62: 45-E, 1988.
 12. SCHIBIE, B.; KLAUSEN, K.; LUND, J. O.: The effect of hypoxia on leg blood flow during moderate exercise. «Acta Physiol. Scand.», 123: A-35, 1985.
 13. SCHOOP, W.: Mechanism of beneficial action of daily walking training of patients with intermittent claudication. «Scand. J. Clin. Lab. Invest.», (sup.) 31: 197, 1973.
 14. SECHER, N.; CLAUSEN, J.; NOER, I. et al.: Central and regional circulatory effects of adding arm exercise to leg exercise. «Acta Physiol. Scand.», 100: 288, 1977.
 15. WEINER, D. H.; MARIS, J.; CHANCE, B. et al.: Detection of skeletal muscle hypoperfusion during exercise using phosphorus-31 nuclear magnetic resonance spectroscopy. «J. Am. Coll. Cardiol.», 7: 793, 1986.
-