

ARCHIVO HISTÓRICO



El presente artículo corresponde a un archivo originalmente publicado en el **Boletín de la Escuela de Medicina**, actualmente incluido en el historial de **Ars Medica Revista de ciencias médicas**. El contenido del presente artículo, no necesariamente representa la actual línea editorial. Para mayor información visitar el siguiente

vínculo: <http://www.arsmedica.cl/index.php/MED/about/submissions#authorGuidelines>

Diagnóstico no invasivo de la aterosclerosis coronaria

DR. GASTON CHAMORRO SPIKIN
Profesor Adjunto de Medicina
Departamento de Enfermedades Cardiovasculares

Propiamente hablando, el diagnóstico de la aterosclerosis coronaria requiere demostrar la presencia de lesiones ateroscleróticas en las arterias coronarias. Ello sólo es posible mediante estudios anatómicos o por visión directa en un acto quirúrgico o, en forma invasiva, a través de una coronariografía, procedimiento que permite diagnosticar lesiones más bien avanzadas. Sólo recientemente ha sido posible visualizar la íntima y el lumen de las arterias mediante ultrasonografía, lo que ha sido de valor en otros territorios arteriales. En la circulación coronaria, sin embargo, el ecocardiograma, incluida la nueva modalidad de examen transesofágico, sólo permite visualizar los primeros centímetros a partir de ambos ostia coronarios, por lo que su uso no ha alcanzado valor diagnóstico en clínica.

Por otra parte, la presencia de lesiones coronarias tiene como manifestación fundamental el compromiso del flujo coronario regional y la isquemia miocárdica en el territorio correspondiente. El grado de reducción del lumen necesario para producir una alteración fisiológica significativa se ha estimado en cerca de 90% cuando el sujeto está en reposo. En condiciones de aumento del flujo coronario, como en el ejercicio o bajo la acción de vasodilatadores coronarios, la limitación del flujo regional puede demostrarse cuando existen obstrucciones entre 50% y 70%. La isquemia miocárdica regional que se produce en esta última situación puede dar origen a trastornos electrocardiográficos característicos detectables en una prueba de esfuerzo. La alteración metabólica consecuenta a la isquemia, a su vez, puede demostrarse por la limitación de la captación de talio 201, un isótopo análogo al potasio. Ello forma la base de la cintigrafía miocárdica en el diagnóstico de la insuficiencia coronaria.

Una consecuencia fundamental de la isquemia miocárdica, más constante y más precoz que el dolor anginoso, es la alteración de la capacidad contráctil del territorio afectado. Ello puede demostrarse como una disminución de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo, cuando la isquemia afecta a un territorio muy extenso, o como hipokinesia o diskinesia regional. La primera constituye la base del uso del radio-ventriculograma de reposo y ejercicio, mientras que la segunda explica el uso de la ecocardiografía de esfuerzo en la evaluación de la enfermedad coronaria.

De lo anteriormente expuesto se desprende que, debido a la carencia de técnicas útiles para el diagnóstico precoz de esta afección, en el diagnóstico no invasivo de la aterosclerosis coronaria procedemos actualmente por inferencia, a través de la demostración de isquemia miocárdica, un fenómeno tardío en la evolución de la enfermedad. Por otra parte, los exámenes existentes tienen algunas limitaciones, de modo tal que algunos sujetos pueden tener complicaciones graves de la aterosclerosis coronaria, incluida la muerte súbita, en presencia de exámenes previos que no demostraron alteración.

En el presente artículo se discutirá la prueba de esfuerzo y se mencionará someramente la contribución adicional y las indicaciones especiales de los otros procedimientos.

Sensibilidad, especificidad, valor predictivo y otros quebraderos de cabeza

Dada su naturaleza indirecta, todos los métodos no invasivos que discutiremos pueden tener falsos positivos o falsos negativos en el diagnóstico de aterosclerosis coronaria. Ello equivale a decir que su especificidad y su sensibilidad no son 100%. En la Tabla 1 se reproducen las definiciones de estos y otros conceptos. En relación con ello, es importante para el clínico tener presente que:

- la sensibilidad y especificidad son propiedades inherentes a cada prueba y han sido estimadas en forma adecuada al efectuar exámenes a grandes números de sujetos con enfermedad coronaria o sin ella;
- el valor predictivo del resultado de cualquier examen depende no sólo de su sensibilidad y especificidad, sino también de la prevalencia de la enfermedad en la población en estudio (teorema de Bayes). A mayor prevalencia, mayor es la probabilidad de enfermedad antes de la realización de la prueba y mayor la probabilidad de que un examen positivo corresponda a un verdadero positivo (valor predictivo).

SENSIBILIDAD probabilidad de prueba (+) en presencia de enfermedad	$VP / (VP + FN)$
ESPECIFICIDAD probabilidad de prueba (-) en ausencia de enfermedad	$VN / (VN + FP)$
VALOR PREDICTIVO POSITIVO probabilidad de enfermedad en presencia de prueba (+)	$VP / (VP + FP)$
VALOR PREDICTIVO NEGATIVO probabilidad de ausencia de enfermedad con prueba (-)	$VN / (VN + FN)$
RAZON DE RIESGO probabilidad de enfermedad con prueba positiva +/id con prueba (-)	$(VP + FN) / (VP + FP)$ $(VP + FN) / (VN + FN)$

TABLA 1

DEFINICIONES DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL VALOR DIAGNOSTICO DE LOS EXAMENES NO INVASIVOS

to más frecuente emplea el *treadmill* como dispositivo para efectuar el ejercicio. La ventaja de este tipo de prueba es que el paciente debe utilizar grandes músculos para efectuar un esfuerzo predominantemente isotónico, al cual está acostumbrado. El procedimiento de alternativa, la bicicleta ergométrica, tiene inconvenientes debido a que no todos los sujetos son hábiles en su ejecución y a que este ejercicio tiene un importante componente isométrico, que puede exagerar la respuesta hipertensiva.

El protocolo utilizado debe modificarse de acuerdo al sujeto que se evalúa. Para individuos en actividad física normal, es conveniente el protocolo de Bruce, mientras que para pacientes de edad, u otros en que se prevé una capacidad física limitada, es más apropiado usar un protocolo más gradual como el de Naughton modificado (Tabla 2).

VP: verdadero positivo
FN: falso negativo
VN: verdadero negativo
FP: falso positivo

Prueba de esfuerzo

Es, sin duda, el método no invasivo más ampliamente utilizado en el diagnóstico y evaluación de la enfermedad coronaria. El procedimiento

TABLA 2

PARAMETROS DE VELOCIDAD E INCLINACION DEL TREADMILL Y CONSUMO DE OXIGENO ESTIMADO EN LOS PROTOCOLOS DE BRUCE Y NAUGHTON MODIFICADO

ETAPA	BRUCE			NAUGHTON MODIFICADO		
	VELOCIDAD (km/h)	INCLIN (%)	METS	VELOCIDAD (km/h)	INCLIN (%)	METS
0	2,7	0	2,0			
0,5	2,7	5	3,1			
1	2,7	10	4,8	1,6	0	2,6
2	4,0	12	6,8	2,4	0	2,6
3	5,4	14	9,6	3,2	3,5	3,8
4	6,7	16	13,2	3,2	7,0	4,7
5	8,0	18	16,1	3,2	10,5	5,4
6				4,8	7,5	6,2
7				4,8	10,0	6,9
8				4,8	12,5	7,9
9				4,8	15,0	8,7
10				5,4	14,0	9,2

1 MET = 3,5 mlO₂/kg/min.

Las indicaciones para la pesquisa o evaluación de la enfermedad coronaria se señalan en la Tabla 3. Se puede apreciar en ella que es fundamental que el clínico evalúe el tipo de paciente que está estudiando. Si bien la prueba de esfuerzo es poco riesgosa (menos de un evento grave por 10.000 exámenes), ello rige siempre que se tomen precauciones especialmente destinadas a excluir la presencia de un infarto o isquemia en evolución. Además de una historia cuidadosa, ello hace obligatoria la realización de un ECG completo previamente al examen. La Tabla 4 muestra más completamente las contraindicaciones para efectuar una prueba de esfuerzo.

La interpretación de los resultados debe considerar los siguientes aspectos:

- a) Angina: su presencia da gran fuerza a la presunción de enfermedad coronaria. Dado que necesariamente es un juicio subjetivo del observador, resalta la importancia de que la prueba sea monitorizada por un médico de experiencia.

TABLA 3

INDICACIONES DE LA PRUEBA DE ESFUERZO EN ENFERMEDAD CORONARIA

En sujetos asintomáticos

Pesquisa de enfermedad coronaria. La baja prevalencia de enfermedad coronaria en esta población aumenta la probabilidad de encontrar falsos positivos.

En pacientes con dolor torácico posiblemente anginoso

Una prueba negativa no debe conducir a descartar el diagnóstico de enfermedad coronaria si la clínica es muy sugerente de angina.

En coronarios conocidos, incluyendo pacientes post infarto o cirugía.

- Pesquisa de isquemia residual.
- Evaluación de la capacidad funcional.
- Evaluación de la respuesta al tratamiento.
- Pesquisa de arritmias asociadas.
- Evaluación previa y durante programas de rehabilitación.

TABLA 4

CONTRAINDICACIONES PARA LA PRUEBA DE ESFUERZO

1. Infarto o isquemia en evolución (sospechados por el ECG previo a la prueba).
2. Angina inestable o de reciente comienzo.
3. Estenosis aórtica o miocardiopatía hipertrófica obstructiva grave (historia de síncope).
4. Arritmias graves en el ECG de reposo.
5. Sospecha de tromboembolismo pulmonar.
6. Evidencia de disfunción ventricular izquierda grave.
7. Hipertensión sistémica grave.
8. Hipertensión arterial pulmonar.

- b) Capacidad funcional: puede medirse por la etapa alcanzada de acuerdo al protocolo. Su cuantificación más conveniente en la actualidad (Tabla 2) es el número de METS, o múltiplos del consumo de oxígeno de reposo (3,5 ml/kg/min). Ello permite comparar lo alcanzado por el paciente con lo esperado de acuerdo a su sexo y edad (Tabla 5). Fuera de su importancia para el clínico, la capacidad fun-

cional guarda una estrecha relación con el pronóstico en la enfermedad coronaria. Los enfermos que alcanzan más de 10 METS tienen un buen pronóstico alejado, independientemente de otras alteraciones o síntomas observables durante la prueba, y en ellos puede esperarse igual evolución con tratamiento médico que con revascularización miocárdica. Por el contrario, una capacidad funcional marcadamente limitada en el paciente coronario es indicación de enfermedad avanzada o de mal pronóstico, incluyendo la lesión de tronco de la coronaria izquierda.

- c) Signos electrocardiográficos de isquemia: el más característico es la depresión rectilínea o descendente del segmento ST, que dura más de 80 mseg. Si bien la tendencia moderna es procurar su detección mediante monitorización de 12 derivaciones, una deriva-

TABLA 5

VO2 MAXIMO NORMAL, DE ACUERDO A SEXO Y EDAD EN SUJETOS SEDENTARIOS

EDAD (años)	HOMBRES		MUJERES	
	(ml/kg/min)	METS	(ml/kg/min)	METS
20-29	43	12	36	10
30-39	42	12	34	10
40-49	40	11	32	9
50-59	36	10	29	8
60-69	33	9	27	8
70-79	29	8	27	8

METS aproximados para uso clínico.

ción bipolar amplificada de tipo V5 es capaz de demostrar más del 90% de las isquemias significativas. Una monitorización de mayor número de derivaciones puede ser conveniente en pacientes con ECG alterado por infartos previos o en aquellos en que se sospeche espasmo coronario. Es importante registrar el momento de comienzo de la depresión de ST, su magnitud máxima y el tiempo que persiste post esfuerzo. A mayor precocidad, mayor magnitud y mayor persistencia, corresponde una probabilidad de enfermedad coronaria más grave. La elevación del segmento ST, respuesta mucho menos frecuente, es propia de las derivaciones afectadas por un infarto del miocardio y del espasmo coronario. Para valorar adecuadamente la alteración del segmento ST debe excluirse una alteración del ECG basal, especialmente por hipertrofia ventricular izquierda o por bloqueo de rama izquierda, como también la influencia de drogas, entre las que destaca la digital. Otras alteraciones del ECG, como cambios de la onda R y del complejo QRS no contribuyen significativamente al diagnóstico, pese a lo mucho que se ha escrito sobre ellas.

- d) Respuesta de la frecuencia cardíaca: para calificar una prueba de normal, en ausencia de angina y signos electrocardiográficos de isquemia, debe alcanzarse al menos un 85% de la frecuencia máxima predicha para la edad, de modo de asegurar una demanda de oxígeno suficiente para desenmascarar una lesión coronaria significativa. Debe tenerse presente que los sujetos con lesiones avanzadas tienden a finalizar la prueba con frecuencia cardíaca relativamente baja, menor de 70% de la máxima predicha.

- e) Respuesta de la presión arterial: cuantificar la respuesta presora es importante, independientemente de su valor en la evaluación de la hipertensión arterial. La escasa elevación de la presión arterial

en el esfuerzo, o su disminución en etapas avanzadas, es un indicador de disfunción ventricular que puede traducir isquemia miocárdica.

- f) Presencia de arritmias: una isquemia importante puede asociarse a arritmias, preferentemente extrasistolia ventricular compleja o taquicardia ventricular. Ocasionalmente se demuestra en una prueba de esfuerzo un bloqueo A-V inducido por isquemia en el territorio de la arteria que irriga el nódulo A-V. En algunos casos la arritmia ventricular en esfuerzo ha sido la única manifestación de una lesión coronaria significativa, en ausencia de angina y alteración del segmento ST.

Una integración de los elementos arriba señalados es lo que mejor permite formarse un juicio en el sujeto en particular. Más que el establecer la presencia de enfermedad, el resultado de la prueba se correlaciona con el pronóstico. Así, un paciente con una prueba 100% negativa tiene una alta probabilidad de no sufrir eventos coronarios en los años subsiguientes. Por el contrario, una prueba que revela múltiples signos de gravedad generalmente traduce una enfermedad avanzada y un mal pronóstico a corto plazo (Tabla 6).

TABLA 6

ELEMENTOS DE GRAVEDAD EN UNA PRUEBA DE ESFUERZO

1. Angina con bajo nivel de esfuerzo.
2. Alteración marcada de ST, sobre todo si es precoz y persiste por varios minutos post esfuerzo.
3. Hipotensión arterial de esfuerzo.
4. Limitación marcada de la capacidad funcional.
5. Arritmias ventriculares asociadas a lo anterior.

CINTIGRAFIA MIOCARDICA

El talio-201 es un isótopo análogo al potasio. Normalmente es captado por la célula miocárdica, proceso que disminuye cuando ésta sufre isquemia o ha sido reemplazada por tejido no viable después de un infarto del miocardio. La detección de la actividad de este isótopo mediante una gama-cámara, permite obtener imágenes de la perfusión de distintas regiones del ventrículo. La calidad del examen depende grandemente del equipo empleado (posibilidad de efectuar técnicas de tomografía con emisión de fotón único, SPECT) y de la disponibilidad de computación para la cuantificación de la información.

En el procedimiento comúnmente utilizado, se efectúa una prueba de esfuerzo en condiciones habituales. Aproximadamente un minuto antes del máximo nivel de ejercicio (que ha sido idealmente determinado con anterioridad), se inyectan 2 a 3 mCi del isótopo, mientras el paciente continúa el examen por un minuto adicional. La primera cintigrafía se efectúa 6 a 8 minutos después, para permitir el ingreso del isótopo al miocardio y antes que haya una redistribución significativa. Se utilizan múltiples proyecciones para obtener imágenes de las distintas regiones del ventrículo izquierdo, correspondientes a territorios de distribución de las arterias coronarias principales. Una segunda cintigrafía con las mismas proyecciones se efectúa 3 a 4 horas después, durante la fase de redistribución.

Las áreas de isquemia aparecen como zonas con menor captación relativa en la fase inicial, que se reperfundan posteriormente. La persistencia de una menor captación después de la reperfundación corresponde a áreas de fibrosis o necrosis. En pacientes que no pueden efectuar ejercicio se recurre a la inyección de dipiridamol, potente vasodilatador coronario, que produce un aumento de flujo comparable al obtenido con ejercicio. Este método ha encontrado especial aplicación en el estudio de pacientes con cuadros coronarios agudos o en el período post infarto inmediato. La sensibilidad para detectar isquemia miocárdica es comparable con ambos métodos.

La combinación de la prueba de esfuerzo con la cintigrafía radioisotópica proporciona obviamente información adicional. El beneficio debe ser juzgado en cada caso en relación al mayor costo del examen nuclear. La Tabla 7 resume las ventajas de la cintigrafía miocárdica sobre la prueba de esfuerzo convencional y señala algunas de las situaciones particulares en que aquélla está especialmente indicada.

TABLA 7

VENTAJAS E INDICACIONES ESPECIALES DE LA CINTIGRAFIA MIOCARDICA CON TALIO-201

Ventajas

- Permite localizar el territorio afectado.
- Permite distinguir isquemia de infarto.
- Tiene mayor sensibilidad y especificidad que la prueba de esfuerzo convencional (82% y 91%, comparado con 60% y 81%, respectivamente).
- Puede efectuarse sin esfuerzo (dipiridamol).

Indicaciones especiales

- Presencia de ECG basal alterado (HVI, BCRI, etc.).
- Discrepancia por presencia de angina sin alteración ECG o viceversa.
- Valoración de lesiones coronariográficas de discutible significación.

ECOCARDIOGRAFIA DE ESFUERZO

En pacientes con buena ventana ecográfica es posible obtener imágenes de la pared ventricular izquierda antes, durante o inmediatamente después del esfuerzo. La presencia de lesiones coronarias significativas da origen a isquemia, que puede detectarse por la hipokinesia, akinesia o diskinesia del territorio afectado. También es posible provocar una alteración funcional mediante la inyección de dipiridamol. El método se practica sólo en algunos laboratorios y, aunque tiene gran potencial, su sensibilidad y especificidad no han sido rigurosamente estudiadas. En el momento actual puede decirse que sus ventajas potenciales incluyen la posibilidad de efectuarlo con facilidad al lado de la cama del paciente y que se presta para la evaluación de intervenciones farmacológicas para inducir espasmo coronario en pacientes que presentan angina con características vasoespásticas, tales como dolor anginoso de reposo, preferentemente matutino, con capacidad de esfuerzo conservada. ❖

REFERENCIAS ESCOGIDAS

1. Fletcher, G.F., Froelicher, V.F., Hartley, H. et al. Exercise standards. A statement for health professionals from the American Heart Association. *Circulation* 1990; 82:2286-2322.
2. Bruce, R.A., De Rouen T.A., Hossak, K.F. Value of maximal exercise tests in risk assessment of primary heart disease events in healthy men. 5-year's experience of the Seattle Heart Watch Study. *Am J Cardiol* 1980; 46:371-XXX.
3. Strauss, H.W., Bouchet, C.A. Myocardial perfusion studies: Lessons from a decade of clinical use. *Radiology* 1986; 160:577-XXX.