

# Comparación entre la ergometría y la prueba electrocardiográfica con dobutamina para predecir lesiones angiográficas en pacientes con infarto agudo de miocardio no complicado

ALEJANDRO LAKOWSKY†, SANDRA SWIESZKOWSKI, GABRIELA RODRIGUEZ, VIVIANA BRITO, VILMA IRAZOLA, ROBERTO FERNANDEZ, MARIA ELENA POYATOS\*, RICARDO PEREZ DE LA HOZ\*, EDUARDO SAMPO\*#, JOSE MARTIN EZ-MARTINEZ\*\*§

## RESUMEN

### *Introducción*

Aunque la ergometría (PEG) es el estudio más ampliamente utilizado para la estratificación pronóstica posinfarto, un 20% a 40% de los pacientes no pueden efectuarla, ya sea por causas cardiovasculares o por motivos ajenos al IAM. La prueba de apremio con dobutamina y control electrocardiográfico (PDE) se ha propuesto como una alternativa sencilla para los pacientes que no pueden realizar ejercicio. Sin embargo, muchos de sus aspectos aún no se han explorado suficientemente.

### *Objetivo*

El propósito del presente trabajo fue el de comparar la capacidad de la prueba electrocardiográfica con dobutamina con respecto a la ergometría para detectar lesiones coronarias en la cinecoronarografía (CCG) en una serie de pacientes consecutivos con IAM.

### *Material y métodos*

Se estudiaron 28 pacientes consecutivos con IAM no complicado (edad media  $61 \pm 10,6$  años; 75% varones), a los cuales se les efectuó PDE, PEG y CCG entre los días 4 y 7 de evolución del IAM. La PDE se realizó en etapas de 5 minutos cada una, con infusiones de 10, 20, 30 y 40 mg/kg/min de dobutamina, más otra etapa con la adición de 1 mg EV de atropina si no se alcanzaba la frecuencia cardíaca esperada. Se calculó la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo y negativo para la PDE y la PEG para predecir el hallazgo de lesiones coronarias de 1, 2 o 3 vasos en la CCG. A los fines de efectuar los cálculos de especificidad, se evaluaron como controles otros 17 pacientes ingresados en la Unidad Coronaria por dolor precordial, sin lesiones angiográficas en la CCG y a los cuales también se les realizó PDE y PEG.

### *Resultados*

Hubo concordancia en el resultado de las dos pruebas funcionales (ambas positivas o ambas negativas) en el 61% de los pacientes, sin que se hallaran diferencias en la frecuencia cardíaca (FC) ni en el doble producto máximo (DP) obtenido en las dos pruebas. Se observó una tendencia hacia mayor FC y DP en las pruebas con resultado positivo, tanto en la PDE como en la PEG.

---

División Unidad Coronaria, Hospital de Clínicas "Jose de San Martín", Universidad de Buenos Aires, Argentina

\* Miembro Titular SAC

† Para optar a Miembro Titular SAC

# FACC

§ Fellow of the American Heart Association

Trabajo recibido para su publicación: 07/08/01. Aceptado: 15/03/02

Dirección para separatas: Dr. Alejandro Lakowsky. Av. Estado de Israel 4346 - 9° B - (1185) Buenos Aires, Argentina. [E-mail: alakowsky@intramed.net.ar](mailto:alakowsky@intramed.net.ar)

**No se observaron diferencias en la capacidad diagn6stica de las dos pruebas** para detectar lesiones de 1, 2 o 3 vasos en la CCG, destacandose en ambas un valor predictivo negativo elevado para predecir lesiones de 3 vasos o del tronco de la coronaria izquierda (PDE: 0,92; PEG: 0,90, p = NS).

### Conclusiones

**En esta presentaci6n preliminar, la PDE demuestra una capacidad similar** a la de la PEG para predecir lesiones en la angiografia coronaria. La PDE podria considerarse una alternativa para la estratificaci6n pronostica pos-IAM en pacientes que no pueden realizar ejercicio. REV ARGENT CARDIOL 2002; 70: 168-176.

**Palabras clave** Infarto agudo de miocardio - Estratificacion de riesgo-Ergometria - Prueba electrocardiografica con dobutamina

## INTRODUCCION

La prueba ergometrica es la mas ampliamente difundida para la b6squeda de isquemia residual en los pacientes posinfarto agudo de miocardio (IAM). Es de realizacion sencilla, de bajo costo, no requiere equipamiento sofisticado ni personal especialmente entrenado y se halla disponible en practicamente todos los lugares en los que se internan pacientes con IAM. Con respecto a su utilidad, la ergometria es una prueba conocida universalmente, facil de interpretar, validada, con rangos aceptables de sensibilidad y especificidad para la detecci6n de isquemia y que confiere valor pron6stico. (1-4)

Tambien es sabido que, ademas del resultado de la prueba, la imposibilidad del paciente de realizarla es un predictor de riesgo. Aunque muchos pacientes no pueden efectuar la ergometria por complicaciones derivadas del propio infarto (insuficiencia cardfaca, hipotensi6n, shock, fenomenos emb6licos o hemorragicos, isquemia recurrente, etc.), en numerosas ocasiones no es factible hacerla por motivos ajenos al IAM (problemas osteoarticulares, enfermedades neurol6gicas, vasculopatfa periferica, motivacion inadecuada o falta de colaboraci6n del paciente, edad avanzada o mal estado general).

Es por ello que en los ultimos anos se han propuesto numerosas tecnicas no invasivas para inducir y detectar isquemia pos-IAM, que combinan distintas formas de estres con nuevos metodos diagn6sticos. (5) Entre las primeras pueden citarse, ademas del ejercicio fisico, el marcapaseo externo o transesofagico (6) y el use de agentes farmacol6gicos (adenosina, dobutamina o dipiridamol). Entre los segundos se han utilizado desde metodos sencillos como el electrocardiograma hasta tecnologfas sofisticadas de diagn6stico por imagenes, como la ecocardiografia con digitalizaci6n, las tecnicas radioisot6picas o la resonancia magnetica. (7-13)

La prueba de provocaci6n con dobutamina con control electrocardiografico (PDE) es un metodo de evaluaci6n que guarda ciertas similitudes con la

ergometria en cuanto a su factibilidad y sencillez de realizaci6n, asf como en sus limitaciones. (14) Al igual que la prueba ergometrica, presenta una sensibilidad y una especificidad menores que las de los metodos de diagnostico por imagenes, (15) pero puede efectuarla en la misma cama del paciente personal de la Unidad Coronaria, sin equipamientos cost, y evita la necesidad de que el paciente realice un esfuerzo fsico. (16-19)

Muchos de los aspectos de la PDE a6n no se han estudiado con profundidad.

El proposito del presente trabajo es el de comparar, en una serie de pacientes consecutivos con IAM, la capacidad de la prueba electrocardiografica con dobutamina con respecto a la ergometria para detectar lesiones coronarias de 1, 2 o 3 vasos en la cinecoronariografia (CCG).

## OBJETIVO

Comparar prospectivamente la prueba electrocardiografica con dobutamina en relacion con la prueba ergometrica para predecir lesiones angiograficas en pacientes con IAM, en terminos de sensibilidad, especificidad, y valor predictivo positivo y negativo.

## MATERIAL Y METODOS

Se evaluaron prospectivamente 28 pacientes consecutivos con IAM ingresados en la Unidad Coronaria de un Hospital Universitario. Se incluyeron en el protocolo pacientes con infarto que no hubieren presentado complicaciones intrahospitalarias significativas, sin limitaciones para realizar una prueba de esfuerzo.

Se excluyeron los pacientes con IAM previo, los que mostraran trastornos electrocardiograficos que dificultaran o impidieran la interpretaci6n de las pruebas (bloqueo de rama izquierda, hipertrofia y sobrecarga del ventrfculo izquierdo y trastornos persistentes del segmento ST), los pacientes con arritmias ventriculares frecuentes, en los que hubiera imposibilidad (por cualquier razon) de efectuar la prueba

ergometrica, los que presentaran insuficiencia cardiaca severa, insuficiencia cardiaca de cualquier grado en el momento de realizar las pruebas de isquemia, los pacientes con reinfarcto o isquemia recurrente, los que requirieran un estudio hemodinamico o un procedimiento de revascularización de urgencia y los que hubieran presentado cualquier otra complicación seria durante la internación (hipotension prolongada o shock, falla severa del ventriculo derecho, accidente cerebrovascular, etc.).

A la totalidad de la poblacion se le efectuó PDE, PEG y CCG entre los días 4 y 7 de evolucion intrahospitalaria; en todos los casos, en primer lugar se realizo la PDE, en la misma Unidad Coronaria, y dentro de las siguientes 24 horas cardiologos que desconocian los resultados de la primera prueba llevaron a cabo la PEG. Por ultimo se realizo la cinecoronariografía que fue interpretada por personal ciego a los resultados de las dos pruebas anteriores.

El protocolo fue aprobado por el Comité de Etica del Hospital de Clínicas de la Universidad de Buenos Aires y los pacientes dieron su consentimiento informado para participar en el.

La PDE se realizo con etapas crecientes de infusiones endovenosas de dobutamina, de 5 minutos cada una; se comenzo con 10 mg/kg/min, luego se aumento a 20, a 30 y finalmente a 40 mg/kg/min. Se realizo un electrocardiograma de 12 derivaciones basal al finalizar cada etapa y a los 5 y 10 minutos de la recuperacion, junto con un registro de la frecuencia cardiaca y de la presion arterial. El estado clinico del paciente y el ritmo cardíaco fueron monitoreados en forma continua. Si no se alcanzaba el 85% de la frecuencia cardiaca maxima prevista para la edad con la dosis mas alta de dobutamina (de acuerdo con la formula: frecuencia cardiaca maxima = 220 - edad en años), se completaba otra etapa de 5 minutos con 40 mg/kg/min de dobutamina mas la administracion de 1 mg de atropina por via endovenosa. Se consideraron positivas las pruebas que presentaban infradesnivel del segmento ST de por lo menos 1 mm medido a 80 mseg del punto J, horizontal o descendente, en al menos dos derivaciones contiguas, las que mostraban supradesnivel del segmento ST de al menos 1 mm en dos o mas derivaciones contiguas sin onda Q patologica o aquellas que originaban sintomas anginosos tipicos. No se consideraron positivas para el diagnostico de isquemia la pruebas que presentaban arritmias ventriculares de cualquier tipo o supradesnivel del segmento ST en derivaciones relacionadas con el area de infarcto. Los criterios para detener la prueba fueron: la presencia de angina severa, disnea, signos de insuficiencia cardiaca, hipertensión arterial con mas de 200 mm Hg de presion sistolica, descenso significativo (> 20 mm Hg)

en la presion arterial sistolica, taquicardia supra-ventricular, arritmias ventriculares severas o infradesnivel del segmento ST > 3 mm medido a 80 mseg del punto J.

La ergometría se efectuó en cicloergometro o en banda sinfin de acuerdo con el protocolo de Naughton. Se realizo un ECG de 12 derivaciones basal y un control de la frecuencia cardiaca y de la presion arterial antes del inicio de la prueba, al finalizar cada etapa de tres minutos y a los minutos 1, 3 y 5 de la recuperacion. Las etapas intraesfuerzo y posesfuerzo se monitorearon en forma continua con tres derivaciones electrocardiograficas: DII, V2 y V5. Se utilizaron como motivos de detencion de la prueba los mismos criterios que para la PDE, a los que se sumaron agotamiento muscular en los miembros inferiores o que el paciente alcanzara el 85% de la frecuencia cardiaca maxima prevista para la edad. Los criterios para calificar positiva o negativa la prueba fueron los descriptos para la PDE. Siguiendo la misma pauta que en la prueba de dobutamina, no se consideraron positivas para isquemia la pruebas de pacientes que desarrollaron supradesnivel del segmento ST en derivaciones relacionadas con el area del infarcto, a pesar de que este signo electrocardiografico se ha descripto como un indicador de viabilidad. (20)

La CCG se efectuó luego de las dos pruebas no invasivas y fue llevada a cabo por cardiologos intervencionistas que desconocian el resultado de las pruebas anteriores. El estudio se realizo por punción femoral; tras la inyección de material de contraste yodado se obtuvieron imagenes desde las vistas oblicua anterior derecha, oblicua derecha con inclinación caudal, oblicua anterior izquierda y vistas menos convencionales en los casos en que fue necesario. Los estudios fueron interpretados e informados en forma independiente. Se consideraron obstrucciones angiograficamente significativas aquellas que producían una reducción  $\geq 70\%$ , de la luz del vaso y  $\geq 50\%$  en el caso del tronco de la coronaria izquierda. Los pacientes con lesiones severas en tres vasos coronarios y aquellos con estenosis de mas del 50% del tronco de la coronaria izquierda fueron analizados en forma conjunta.

El analisis estadístico se realizo con el metodo de chi cuadrado con la corrección de Yates o prueba exacta de Fisher para muestras pequenas, cuando fue necesario, para las variables parametricas, asi como prueba de la t de dos colas para comparar las medias de las variables no parametricas. Se consideró significativo un valor de  $p < 0,05$ . La sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo para identificar lesiones angiograficas de 1, 2 o 3 vasos se calcularon en forma independiente para la ergometría y la prueba

ba electrocardiografica con dobutamina, asf como los respectivos intervalos de confianza del 95%. Dado que la totalidad de los pacientes con lesiones coronarias en la angiograffa se consideraron enfermos ("casos"), a los fines de efectuar los calculos de especificidad se utilizaron como controles otros 17 pacientes, con arterias coronarias angiograficamente normales en la CCG. Estos pacientes habfan sido admitidos por dolor precordial tipico en la Unidad Coronaria, con diagnostico de sfndrome coronario agudo, y se les realizo PEG, PDE y CCG con la misma metodologfa.

**RESULTADOS**

La edad media de los pacientes fue de 61,0 anos (desvfo estandar 10,6 anos); 21 de ellos (75%) eran de sexo masculino (Tabla 1).

En el analisis de la poblacion, el 28,6% (8/28) de los pacientes presentaban un IAM anterior o anterolateral, mientras que el 71,4% restante (20/28) fue ingresado con un infarto inferior o inferoposterior. En 26 de los 28 casos (92,9%) el JAM fue tipo Q; en los otros dos, el infarto fue catalogado

como no Q; el 75% de los pacientes recibio tromboliticos. El 92,9% (26/28) no presento ningun signo clfnico o radiologico de insuficiencia cardiaca (clasificacion de Killip y Kimball grado A) durante la internacion; en los 2 pacientes restantes (7,1%) se observaron signos clinicos leves de falla de bomba (Killip y Kimball grado B), que revirtieron antes de la realizacion de las pruebas de provocacion de isquemia.

En el momento de efectuarse la PDE, rec?bfan aspirina el 100% de los pacientes (28/28), betabloqueantes el 92,9% (26/28), inhibidores de la enzima convertidora el 32,1% (9/28), anticoagulacion con heparina el 7,1% (2/28), diureticos el 7,1% (2/28) y nitritos endovenosos u orales el 7,1% (2/28).

En las pruebas realizadas en los 28 pacientes, 14 de las PDE y 9 de las PEC fueron positivas. En 17 pacientes (61%) el resultado de ambas pruebas fue concordante (las dos positivas, o ambas negativas), mientras que en los 11 pacientes restantes (39%) las conclusiones fueron discordantes: 8 casos con PDE positiva y PEG negativa y 3 pacientes con PDE negativa y PEG positiva. De las pruebas concordantes, en 11 pacientes ambas pruebas se definieron positivas y en 6 casos negativas (Tabla 2).

No se hallaron diferencias en la presion arterial maxima, la frecuencia cardiaca maxima ni en el doble producto pico promedio de las dos pruebas (Tabla 3, Figura 1).

En las pruebas discordantes se observo una tendencia hacia un doble producto maximo mayor en la prueba que result6 positiva (Tabla 4); esto fue mas evidente en los ocho pacientes que presentaron una PDE positiva y una PEG negativa (15.292,9 ± 4.616,0 versus 12.031,9 ± 2.916,4; p = 0,06). Asimismo, el doble producto promedio de las PDE que resultaron positivas fue levemente mayor que el doble produc-

**Tabla 1**  
Caracteristicas de la poblacion

Variable	Poblacion (n = 28)
Had (anos)	61 ± 10,6
Sexo masculino	21(75%)
Localizacion del IAM	
Anterolateral	8(28,6%)
Inferoposterior	20(71,4%)
Tipo de IAM	
tipo Q	26(92,9%)
no Q	2(7,1%)
Clasificacion Killip y Kimball al ingreso	
Grado A	26(92,9%)
Grado B	2(7,1%)
Tratamiento	
Trombdlisis	21(75%)
Aspirin*	28(100%)
Betabloqueantes*	26(92,9%)
Inhibidores de la enzima convertidora*	9 (32,1%)
Heparina*	2(7,1%)
Diureticos*	2(7,1%)
Bloqueantes calcicos*	0(0%)
Nitritos*	2(7,1%)

\*Durante la PDE.

**Tabla 2**  
Resultados de las pruebas en los 28 pacientes con JAM

	PEG positiva	PEG negativa	Total
PDE positiva	6	8	14
PDE negativa	3	11	14
Total	9	19	28

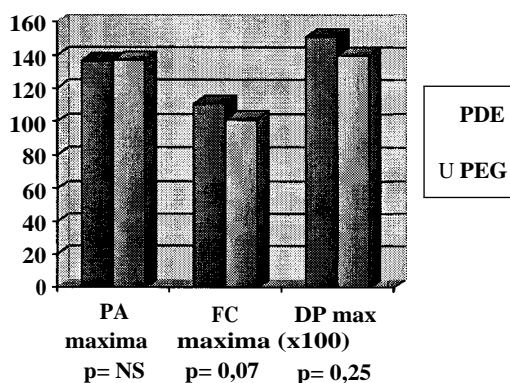


Fig. 1. Comparacion de las variables hemodinamicas maximas promedio entre la PDE y la PEG (n = 28). PA maxima: Presion arterial maxima en cada prueba. FC maxima: Frecuencia cardiaca maxima en cada prueba. DP maximo: Doble producto maximo en cada prueba.

Tabla 3  
Comparacion de las variables hemodinamicas miximas promedio entre la PDE y la PEG

	PDE (n = 28)	PEG (n = 28)	p
Presion arterial maxima (mm Hg)	136,1 ± 27,2	137,3 ± 26,3	0,82
Frecuencia cardiaca maxima (lat/min)	110,8 ± 20,9	101,3 ± 14,9	0,07
Doble producto maximo	15.116,9 ± 4.127,5	13.961,4 ± 3.653,5	0,25

Tabla 4  
Comparacion de las variables hemodinamicas en la pruebas discordantes

n = 8	PDE positiva	PEG negativa	p
Presion arterial maxima (mm Hg)	130,0 ± 29,9	122,5 ± 24,9	NS
Frecuencia cardiaca maxima (lat/min)	116,5 ± 17,7	98,2 ± 17,0	0,11
Doble producto maximo	15.292,9 ± 4.616,0	12.031,9 ± 2.916,4	0,06
n = 3	PDE negativa	PEG positiva	p
Presion arterial maxima (mm Hg)	137,3 ± 28,3	136,6 ± 35,1	NS
Frecuencia cardiaca maxima (lat/min)	89,7 ± 25,5	105,6 ± 30,4	NS
Doble producto maximo	12.728,0 ± 6.113,8	14.930,0 ± 6.609,0	NS

Tabla 5  
Analisis de las pruebas no invasivas y de la cinecoronariograffa en los 28 pacientes con IAM

Caso	PDE	DPM PDE	Resp PDE	PEG	DPM PEG	Resp PEG	CCG	DA	TCI
1	Pos	17.600	ST	Neg	14.300		1 vaso		
2	Pos	9.085	ST	Pos	10.560	ST	1 vaso	—	—
3	Pos	21.000	ST	Neg	8.880		3 v + TCI	+	+
4	Pos	22.442	Angor + ST	Pos	22.200	ST	2 vasos	+	
5	Neg	10.890		Pos	18.870	ST	1 vaso		
6	Neg	10.873		Neg	17.000		1 vaso	—	—
7	Pos	19.176	Angor	Pos	14.700	Angor + ST	2 vasos	+	—
8	Neg	7.744		Pos	18.620	Anger + ST	3 vasos	+	—
9	Pos	18.648	Angor	Neg	12.450	—	1 vaso	+	
10	Neg	14.859		Neg	13.300		1 vaso		
11	Neg	14.508		Neg	20.230		Lesion TO		+
12	Pos	11.021	ST	Neg	9.600		2 vasos		
13	Neg	15.264		Neg	10.605	—	1 vaso	+	
14	Neg	14.523		Neg	10.350		2 vasos	+	—
15	Pos	12.544	ST	Pos	11.440	ST	2 vases	—	
16	Neg	13.875		Neg	13.020		2 vases	+	
17	Pos	10.665	Angor	Neg	10.300		3 vasos	+	—
18	Neg	19.550		Pos	7.300	Angor	2 vasos	+	
19	Pos	15.470	St	Pos	14.400	ST	2 vasos		
20	Pos	12.054	ST	Neg	12.075		1 vaso	—	
21	Neg	15.500		Neg	14.280		2 vasos		
22	Pos	10.700	ST	Neg	10.800	—	1 vaso	+	
23	Neg	23.989		Neg	14.700	—	1 vaso		
24	Pos	13.974	Angor + ST	Pos	13.760	Angor	3 v + TCI	+	+
25	Neg	14.256		Neg	16.100	—	1 vaso	+	—
26	Pos	20.655	ST	Neg	17.850	—	2 vasos	+	—
27	Neg	15.255		Neg	17.280		2 vasos		—
28	Neg	17.152		Neg	15.950	—	1 vaso	—	

PDE: Prueba electrocardiografica con dobutamina. Pos: Prueba positiva. Neg: Prueba negativa. DPM PDE: Doble producto maximo de la PDE. Resp. PDE: Tipo de respuesta de una PDE **positiva**. **ST** = positiva por infradesnivel del segmento ST. Angor = positiva por angina, Angor + ST: positiva por ST y angina. PEG: prueba ergometrica graduada. DPM PEG: Doble producto maximo de la PEG. Resp. PEG: Tipo de respuesta de una PEG positiva: ST = positiva por infradesnivel del segmento ST. Angor = positiva por angina, Angor + ST: positiva por ST y angina. CCG: Cinecoronariografia. DA: Lesion en la arteria descendente anterior. TCI: Lesion del tronco de la coronaria izquierrda.

Tabla 6  
**Calculos de sensibilidad, especificidad y valores predictivos positivo y negativo para la PDE y la PEG para predecir la presencia de lesiones angiograficas de 1, 2 o 3 vasos en la cinecoronariografia**

	PDE				PEG			
	S (IC 95%)	E (IC 95%)	VPP	VPN	S (IC 95%)	E (IC 95%)	VPP	VPN
1 vaso (n = 12)	0,58 (0,29-0,78)	0,65 (0,39-0,81)	0,54	0,69	0,25 (0,07-0,49)	0,76 (0,50-0,89)	0,43	0,59
2 vasos (n = 11)	0,45 (0,18-0,69)	0,55 (0,36-0,70)	0,28	0,73	0,45 (0,18-0,69)	0,76 (0,65-0,87)	0,42	0,79
3 vasos (n = 5)	0,60 (0,17-0,83)	0,55 (0,39-0,60)	0,14	0,92	0,40 (0,07-0,70)	0,70 (0,53-0,81)	0,14	0,90

S: Sensibilidad. E: Especificidad. VPP: Valor predictivo positivo. VPN: Valor predictivo negativo. IC 95%: Intervalo de confianza del 95%.

to promedio de las PDE negativas (15.360 *versus* 14.874,  $p =$  no significativa); esta observacion se repitio en el caso de la ergometria (14.650 *versus* 13.635,  $p =$  no significativa).

No se observaron efectos adversos ni complicaciones con ninguno de los metodos diagnosticos.

El resultado de las pruebas diagnosticas, el tipo de respuesta en los estudios positivos y los hallazgos principales de la cinecoronariografia en cada uno de los 28 pacientes se resumen en la Tabla 5.

Los valores de sensibilidad, especificidad y valor predictivo positivo y negativo de ambas pruebas se ilustran en la Tabla 6. Se observo una sensibilidad relativamente baja de la ergometria para detectar lesiones tanto de 1, 2 y 3 vasos en la CCG (0,25, 0,45 y 0,40, respectivamente), con valores de especificidad aceptables (0,76, 0,76 y 0,70, en cada caso). No se hallaron diferencias significativas con respecto a la capacidad de ambas pruebas para detectar lesiones angiograficas. Para la identificacion de lesiones angiograficas de 1, 2 o 3 vasos, la PDE mostro una sensibilidad de 0,58, 0,45 y 0,60 y una especificidad de 0,65, 0,55 y 0,55, respectivamente. En ambas pruebas se evidencio un valor predictivo negativo elevado para lesiones de tres vasos o del tronco de la coronaria izquierda: PDE 0,92, PEG 0,90,  $p =$  no significativa.

## DISCUSION

Luego de los criterios clinicos, la ergometria, por su sencillez, facilidad de realizacion, bajo costo y capacidad diagnostica evaluada exhaustivamente se ha convertido en la herramienta de use mas generalizado para la estratificacion pronostica pos-IAM. (1-4) Sin embargo, se estima que, por diversos motivos, el 20% a 40% de los pacientes no pueden realizar la PEG. (19) Con esta finalidad se han evaluado numerosas pruebas evocadoras de isquemia. Muchas de ellas, principalmente los metodos de

diagnostico por imagenes, poseen sensibilidad y especificidad adecuadas para identificar isquemia residual y predecir eventos clinicos futuros. Sin embargo, en muchas oportunidades son de dificil realizacion, requieren equipamiento o personal altamente especializado, o incrementan significativamente los costos de la atencion medica. La prueba de dobutamina con control electrocardiografico suma a las cualidades de sencillez y factibilidad propias de la ergometria la posibilidad de efectuarla en sujetos incapaces de hacer ejercicio. Hemos evaluado la prueba comparandola con la ergometria, tanto en pacientes con infarto de miocardio (19) como con angina inestable (21) y hallamos una muy buena correlacion entre ambas pruebas. En el presente trabajo estudiamos no ya la capacidad de la PDE para predecir el resultado de la PEG, sino el poder de cada prueba para identificar el resultado de las lesiones coronarias en la cinecoronariografia.

Nuestro analisis tiene varias limitaciones. En primer lugar, el numero de pacientes evaluados en este trabajo preliminar ha sido pequeno, y el posterior analisis de subgrupos con diferente numero de lesiones angiograficas acota el poder estadistico para los calculos de sensibilidad, especificidad y valor predictivo. Ello se manifiesta en los relativamente amplios intervalos de confianza obtenidos. Por el mismo motivo, tambien los resultados de la PEG y la PDE se compararon con los hallazgos de la CCG y no con puntos finales mas duros, como mortalidad, reinfarto y otros eventos clinicos en el seguimiento. En segundo lugar, en nuestro estudio la PEG consistia en un control con ECG de 12 derivaciones basal, pero con registros posteriores intraesfuerzo y posesfuerzo con solo tres derivaciones electrocardiograficas (DII, V2 y V5). A pesar de que lo ideal serfa efectuar la PEG con doce derivaciones, el equipamiento disponible y el alto volumen diario de estu-

dios en la Sección Ergometría de nuestro hospital impiden utilizar una metodología distinta de la descripta. Es probable que el diferente número de derivaciones analizadas en los dos estudios sea una de las causas de los resultados discordantes entre las dos pruebas en algunos pacientes y de la relativamente baja sensibilidad mostrada por la prueba ergométrica.

En tercer lugar, y aunque se trata de una limitación menor, se excluyeron los pacientes con alteraciones basales en el ECG que pudieran dificultar la interpretación de las pruebas, como alteraciones persistentes del segmento ST, hipertrofia ventricular, bloqueo de rama izquierda y ritmo de marcapasos, entre otros. Dado que un no despreciable porcentaje de pacientes con IAM presentan estas alteraciones, la posibilidad de extrapolar los resultados de este estudio a la totalidad de los casos de infarto que se asisten en los centros hospitalarios se ve limitada. De todos modos, en numerosas ocasiones el médico opta por algún método de evaluación no invasiva por imágenes, generalmente de medicina nuclear o ecocardiográfico, cuando existen alteraciones evidentes en el ECG que pudieran alterar los resultados de pruebas sencillas, menos sensibles y específicas, como la PEG y la PDE.

A pesar de estas limitaciones, se destacan varios aspectos, por lo que son dignos de mención. A diferencia de otros protocolos, el aquí presentado es un trabajo prospectivo, con pacientes consecutivos con infarto no complicado. La PDE y la PEG se realizaron más precozmente durante la evolución del IAM y se utilizaron dosis de dobutamina mayores que en otros estudios, en dosis que alcanzaron los 40 mg/kg/min más la adición de atropina si no se alcanzaba la frecuencia cardíaca esperada, sin que se observaran efectos adversos serios. Se utilizaron doce derivaciones para el análisis de la PDE y no se suspendió el tratamiento que recibían los pacientes, principalmente los betabloqueantes, para tratar de reproducir la probable respuesta al ejercicio durante actividades cotidianas luego del alta hospitalaria con la medicación habitual. Se realizó angiografía coronaria en la totalidad de los pacientes durante la internación y cada una de las tres pruebas (PDE, PEG y CCG) fueron evaluadas e informadas independientemente por personal que se encontraba ciego al resultado de las otras pruebas.

En el análisis de los resultados, a pesar de hallarse una concordancia entre la PDE y la PEG algo menor a la descripta en estudios previos, (19) se observó una capacidad diagnóstica similar entre ambas pruebas para predecir las lesiones en la coronariografía. Algunos autores han descripto una sensibilidad menor de la PDE en relación con la PEG; muchos de esos ensayos utilizaron dosis menores de

dobutamina, generalmente de hasta 20 mg/kg/min, y sin la adición de atropina en los casos necesarios, o emplearon criterios diferentes para la detención de la prueba. El uso de dosis más bajas del fármaco limita la posibilidad de lograr cifras de frecuencia cardíaca y doble producto comparables con la PEG, lo cual acota el poder diagnóstico de la prueba.

A pesar de no alcanzar los valores de sensibilidad y especificidad descriptos para los métodos de diagnóstico por imágenes, tanto la PDE como la PEG evidenciaron, con resultados muy similares, un alto valor predictivo negativo para lesiones de múltiples vasos, principalmente lesiones de tres vasos o tronco de la coronaria izquierda. Dicha información es muy útil en la práctica clínica, dado que permite dar el alta a los pacientes con pruebas negativas sin necesidad de estudios más complejos.

Sin embargo, el valor predictivo positivo de ambas pruebas fue bajo, lo cual impidió sacar conclusiones definitivas ante un paciente con una prueba positiva, que probablemente requeriría otros procedimientos para una estratificación correcta. Aquí también fue llamativa la concordancia en las cifras de los valores predictivos positivos bajos entre la PDE y la PEG.

Los valores de frecuencia cardíaca, presión arterial y doble producto obtenidos no difirieron significativamente entre la PDE y la PEG. Sin embargo, en los pacientes con pruebas discordantes se observó una tendencia consistente hacia un doble producto mayor en la prueba con resultado positivo. Esto refuerza el concepto de la importancia de que pueda completarse la prueba, tratando de alcanzar la mayor frecuencia cardíaca y doble producto posibles, pues en los pacientes con incapacidad para incrementar adecuadamente su frecuencia cardíaca, ya sea por incompetencia cronotrópica, efecto farmacológico pronunciado o necesidad de detención prematura del examen, la capacidad diagnóstica del estudio se ve limitada.

Varios trabajos han cuestionado el valor de la información pronóstica adicional que proporciona la PDE al ecocardiograma con dobutamina. (22, 23) Cabe destacar, sin embargo, que en esos estudios se compararon los hallazgos del ecocardiograma con el ECG, con énfasis en la información del primero, en función de la cual se diseñaron los protocolos. La posición en la cual se explora al paciente, generalmente en decubito lateral izquierdo, es un ejemplo de ello. El ecocardiograma es un método más sensible que el electrocardiograma, sus alteraciones aparecen más precozmente y en muchos casos la infusión de dobutamina se suspendía en cuanto aparecían trastornos extensos o evidentes de la motilidad parietal regional, de modo que se impedía la manifestación de los cambios electrocardiográficos de aparición posterior.

Un punto que merece discusion es la validez de utilizar la cinecoronariograffa como parametro de referencia para evaluar la utilidad diagnostica de las pruebas no invasivas. Dado que es norma utilizar la CCG como patron oro en la determinacion de enfermedad coronaria, principalmente cuando se trata de validar estudios diagnosticos, hemos considerado "enfermos" a todos los pacientes con enfermedad coronaria angiografica, ya se tratara de lesion de un unico vaso o de multiples vasos. A los fines de efectuar los calculos estadfsticos, se empleo como control (considerados "sanos") a un grupo consecutivo de enfermos evaluados en la Unidad Coronaria por dolor precordial con ausencia de lesiones anatomicas en la coronariografia. Sin embargo, las pruebas funcionales evocadoras de isquemia, como lo son la PEG y la PDE, evaluan reserva coronaria e isquemia residual y no necesariamente la presencia de una obstruccion anatomica. Por lo tanto, la CCG probablemente no sea el mejor parametro de comparacion para estudiar la validez del resultado de pruebas funcionales. Dicho de otro modo, y por citar un ejemplo, en la mayorfa de los casos de pacientes con infarto no complicado, lesion oclusiva de un solo vaso y una prueba evocadora de isquemia negativa, probablemente la prueba deba considerarse un verdadero negativo mas que un falso negativo. En la practica clfnica diaria, esos casos suelen interpretarse como pacientes con necrosis miocardica, con isquemia residual minima o nula y la prueba funcional negativa se considera un parametro de bajo riesgo mas que una falsa interpretacion del resultado angiografico. Desde el punto de vista metodologico, existen algunos mecanismos que podrfan corregir esa aparente incongruencia entre el resultado de las pruebas evocadoras de isquemia y la coronariografia como patron oro para la evaluacion de la enfermedad coronaria. En primer lugar, una posibilidad es considerar "sanos" a los pacientes sin otras lesiones angiograficas que la del vaso responsable del infarto; de este modo, serfan "enfermos" los que presenten lesiones de multiples vasos o tronco de la coronaria izquierda o los pacientes con lesion de un vaso no relacionado con el area del IAM. Con este criterio, varios autores han evaluado el poder diagnostico de pruebas funcionales para la deteccion de enfermedad de multiples vasos. (17) En segundo lugar, a los fines de la comparacion con la PEG y la PDE, la coronariograffa como patron oro para el diagnostico de enfermedad coronaria podria reemplazarse por otra prueba funcional (y no anatomica), validada y de sensibilidad y especificidad similar o mayor como, por ejemplo, la perfusion miocardica con talio o sestamibi, el eco estres con ejercicio o farmacologico o la tomograffa por emision de positrones.

## CONCLUSIONES

En esta presentacion preliminar, con un numero limitado de pacientes, la PDE demostro que tiene una cap acid ad similar a la de la PEG para predecir lesiones en la angiograffa coronaria. Es una prueba sencilla, de bajo costo, factible de realizar en la misma Unidad Coronaria por personal que no requiere una preparacion especializada ni equipamiento sofisticado y que se asocia con una tasa baja de complicaciones. La PDE podria considerarse una alternativa para la estratificacion pronostica pos-IAM en pacientes que no pueden realizar la prueba ergometrica.

## SUMMARY

### COMPARISON BETWEEN EXERCISE STRESS TEST AND DOBUTAMINE ELECTROCARDIOGRAPHIC STRESS TEST TO DETECT CORONARY DISEASE IN PATIENTS WITH NON-COMPLICATED ACUTE MYOCARDIAL INFARCTION

#### *Introduction*

Although exercise stress test (EST) is the most common way of assessing risk stratification after acute myocardial infarction, between 20 to 40% of patients are not able to perform it because of cardiovascular **or non cardiovascular reasons. The dobutamine electrocardiographic stress test (DEST) has been proposed as a simple alternative method for these patients. However, several aspects of this test are still unexplored.**

#### *Objective*

**To compare the ability of the dobutamine electrocardiographic stress test with the exercise stress test to detect coronary artery stenosis on coronary arteriography in a group of consecutive AMI patients.**

#### *Material and methods*

**Twenty eight consecutive patients with an uncomplicated AMI were studied (mean age 61 ± 10.6 years; 75% males). EST, DEST and coronary angiography were performed between 4 to 7 days after AMI. The DEST was carried out with a dobutamine infusion of increasing steps of 5 minutes each, from 10 to 20, 30 and 40 mg/kg/min. If the expected heart rate was not achieved, 1 mg atropine intravenously was added in the last stage. Sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value to detect one, two or three vessels disease on angiography were assessed for EST and DEST. In order to calculate the specificity estimates, seventeen patients admitted to the Coronary Care Unit because of chest pain with a normal coronary angiography were used as controls; these patients underwent EST and DEST as well.**



### Results

**Coincidence between the result of EST and DEST (both positives or negatives) was obtained in 61% of patients. No differences were seen neither in mean heart rate nor double product between EST and DEST. A trend toward higher heart rate and double product was detected in those tests with positive results compared with the negative ones, both in EST and DEST. The ability to detect 1, 2 or 3 vessels disease was similar between both tests, showing equally a high negative predictive value (DEST: 0.92; EST: 0.90; p = non significant).**

### Conclusions

**In this preliminary presentation, the DEST showed similar value to the EST to predict angiographically determined coronary lesions. The DEST may be an alternative test in patients who can not perform exercise.**

**Key words** Acute myocardial infarction - Risk stratification - Exercise test - Dobutamine electrocardiographic stress test

### BIBLIOGRAFIA

- De Busk RF. Specialized testing after recent acute myocardial infarction. *Ann Intern Med* 110: 471-481.
- Hamm LF, Crow RS, Sull GA y col. Safety and characteristics of exercise testing early after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1989; 63: 1193-1197.
- Theroux P, Marpole DG, Bourassa MG. Exercise stress testing in the postmyocardial infarction patient. *Am J Cardiol* 1983; 52: 664-667.
- Feigenbaum H. Evolution of stress testing. *Circulation* 1992; 85:1217-1218.
- Quintana M, Lindvall K, Brolund F y col. Markers of risk after acute myocardial infarction. A comparison of clinical variables, ambulatory and exercise electrocardiography, echocardiography, and stress echocardiography. *Coron Artery Dis* 1997; 8: 327-334.
- Martinez Martinez JA, Mele E, Suirez L. The prognostic value of right atrial pacing after acute myocardial infarction. *Int J Cardiol* 1990; 28: 43-49.
- Fung AY, Gallagher KP, Buda AJ. The physiologic basis of dobutamine as compared with dipyridamole stress interventions in the assessment of critical coronary stenosis. *Circulation* 1987; 76: 943-951.
- Berthe C, Pierard LA, Hiernaux M y col. Predicting the extent and location of coronary disease in acute myocardial infarction by echocardiography during dobutamine infusion. *Am J Cardiol* 1986; 58: 1167-1172.
- Picano E. Dipyridamole-echocardiography test: Historical background and physiologic basis. *Eur Heart J* 1989; 10: 365-376.
- Coma-Canella I, Gomez Martinez MV, Rodrigo F y col. The dobutamine stress test with thallium-201 single-photon emission computed tomography and radionuclide angiography. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 399-406.
- Pennell DJ, Underwood SR, Manzara CC y col. Magnetic resonance imaging during dobutamine stress in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1992; 70: 34-40.
- Beleslin BD, Ostojic M, Stepanovic J y col. Stress echocardiography in the detection of myocardial ischemia. Head to head comparison of exercise, dobutamine, and dipyridamole test. *Circulation* 1994; 90: 1168-1176.
- Van Ruyge FP, van der Wall EE, Spanjersberg SJ y col. Magnetic resonance imaging during dobutamine stress for detection and localization of coronary artery disease. Quantitative wall motion analysis using a modification of the center line method. *Circulation* 1994; 90: 127-138.
- Martinez Martinez JA, Militello C. Respuesta isquémica durante el test de dobutamina con control electrocardiográfico. *Medicina (Buenos Aires)* 1995; 55: 345.
- Mairesse GH, Marwick TH, Vanoverschelde JL y col. How accurate is dobutamine stress electrocardiography for detection of coronary artery disease? Comparison with two-dimensional echocardiography and technetium-99m methoxy isobutyl isonitrile (mibi) perfusion scintigraphy. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24: 920-927.
- Mannering D, Cripps T, Leech G y col. The dobutamine stress test as an alternative to exercise testing after acute myocardial infarction. *Br Heart J* 1988; 59: 521-526.
- Coma I, Ortuno F, Martín Jadraque L. Usefulness of dobutamine in producing myocardial ischemia. Comparison with ergometry. *Rev Esp Cardiol* 1989; 42: 377-383.
- Coma-Canella I. Sensitivity and specificity of dobutamine electrocardiography test to detect multivessel disease after acute myocardial infarction. *Eur Heart J* 1990; 11:249-257.
- Martinez Martinez JA, Militello C, Irazola V y col. Comparison of dobutamine ECG stress test with predischage exercise test after acute myocardial infarction. *J Electrocardiol* 1997; 30: 189-195.
- Samad BA, Jensen-Urstad K, Hulting J y col. Myocardial viability in patients with thrombolized myocardial infarction: Is it assessable by predischage exercise electrocardiography test? *Clin Cardiol* 2001; 24: 21-25.
- Martinez Martinez JA, Irazola V, Perez de la Hoz R y col. Comparison of dobutamine electrocardiographic stress test and exercise test in two different groups with unstable angina. *Medicina (Buenos Aires)* 1997; 57: 397-401.
- Dhond MR, Nguyen T, Whitley TB y col. Prognostic value of 12-lead electrocardiogram during dobutamine stress echocardiography. *Echocardiography* 2000; 17: 429-432.
- Daoud EG, Pitt A, Armstrong WE. Electrocardiographic response during dobutamine stress echocardiography. *Am Heart J* 1995; 129: 672-677.