

Análisis centellográfico de la función ventricular derecha en pacientes normales y coronarios

ABEL VICTOR GARBER
JULIO MANUEL LEWKOWICZ
LILIANA GRINFELD
DAVID GOLDBERG
MOISES APTECAR

Departamento Cardiovascular
y Medicina Nuclear,
Institutos Médicos Antártida,
Buenos Aires.

Recibido para su publicación: 2/1983
Aceptado: 4/1983

Con el propósito de demostrar el valor de un método centellográfico semiautomático en la determinación de la función ventricular derecha, y su aplicación en el estudio conjunto de la función biventricular durante el ejercicio en pacientes normales y coronarios, fueron estudiados 67 pacientes (11 normales y 56 coronarios), todos sometidos a cinecoronariografía. El estudio isotópico fue realizado por el método del equilibrio sincronizado con procesamiento semiautomático (delimitación manual del VD a fin de diástole y corrección automática de la silueta cardíaca durante todo el ciclo). Los movimientos regionales (MR) del VD fueron analizados por superposición de imágenes de fin de diástole y fin de sístole. El valor basal normal de la fracción de eyección (FE) del VD fue de $48,2 \pm 10,3\%$ ($\bar{X} \pm 2DS$), y fue convalidado por una excelente correlación intra e interobservadores ($r = 0,98$ y $r = 0,96$, respectivamente). Analizando la respuesta de la FE de ambos ventrículos durante el ejercicio, así como los MR del VD, fueron definidos los siguientes grupos: Grupo I, normal ($n = 11$), con respuesta normal tanto de la FE del VD como del VI. Grupo II ($n = 30$), con caída de la FE del VI ($55,9 \pm 13,3$ a $48,9 \pm 17,1\%$, $P: NS$) y respuesta normal del VD ($51,9 \pm 6,9$ a $71,6 \pm 7,9\%$, $P < 0,001$). El Grupo III, con caída de la FE del VD, fue dividido en dos subgrupos: Grupo III A ($n = 11$), con respuesta normal de la FE del VI ($65,3 \pm 8,4$ a $79,2 \pm 6,2\%$, $P < 0,001$) y caída de la FE del VD ($56,4 \pm 14,9$ a $50,6 \pm 10,9\%$, $P: NS$), y Grupo III B ($n = 15$), con caída simultánea de la FE del VI ($47,6 \pm 17,2$ a $42,2 \pm 19,5\%$, $P: NS$) y del VD ($54,9 \pm 14,9$ a $44,1 \pm 15,3\%$, $P < 0,01$). Los MR anormales del VD estuvieron ausentes en el grupo control, y su mayor prevalencia se observó en los pacientes coronarios con caída de la FE del VD (Gr. III A vs Gr. II - 91% vs 10% , $P < 0,001$; Gr. III B vs. Gr. II - 60% vs 10% - $P < 0,01$). La coronariografía demostró lesión alta de la coronaria derecha en el 91% ($10/11$) de los pacientes del Grupo III A, a diferencia del Grupo II ($5/30$, 17% - $P < 0,001$); a su vez, este último presentaba diferencias con el Grupo III B ($9/15$, 60% , $P < 0,05$). El Grupo III B, además de incluir 3 pacientes con lesiones de tronco, tenía una proporción significativamente mayor de lesiones de tres vasos respecto del Grupo II (93% vs 57% , $P < 0,005$). Se concluye que: 1) el estudio de la función ventricular derecha por centellografía es un método útil y confiable. 2) Permite valorar patologías significativas de la coronaria derecha. 3) Contribuye al conocimiento global de la

Dirección postal:
Departamento Cardiovascular
y Medicina Nuclear
Institutos Médicos Antártida
Rivadavia 4980
(1205) Buenos Aires
Argentina

respuesta de ambos ventrículos al esfuerzo.
 4) *Los movimientos regionales del ventrículo derecho diferencian las respuestas isquémicas en coronarios de las respuestas en los normales.*

Existe un amplio y difundido conocimiento del valor de la fracción de eyección (FE) del ventrículo izquierdo (VI), medida por angiografía isotópica en equilibrio sincronizado,^{1, 2, 3} así como de su aplicación en la evaluación de la función ventricular izquierda durante el ejercicio.^{4, 5, 6, 7} En cambio, son relativamente escasas las menciones del valor de la FE del ventrículo derecho (VD) durante el esfuerzo, y de la útil información que agrega al conocimiento de una variedad de patologías, ya sean o no cardíacas (Maddahi y colaboradores,^{8, 9} Slutsky y colaboradores,¹⁰ Johnson y colaboradores,¹¹ Berger y colaboradores¹²). En buena parte, esta escasez de información se debe a que, hasta hace poco, la determinación de la FE del VD era patrimonio de la ventriculografía radiológica por medio del cateterismo cardíaco, procedimiento laborioso debido a la dificultad de obtención de los volúmenes ventriculares derechos, consecuencia de la compleja anatomía de esta cavidad.^{13, 14, 15, 16, 17, 18} La angiografía isotópica en equilibrio sincronizado ha permitido superar esta dificultad, constituyéndose actualmente en un excelente método, incruento, simple y repetible, para la medición de la FE del VD, así como de las alteraciones segmentarias del mismo durante el ejercicio.⁸⁻¹²

Los objetivos de este trabajo son: 1) demostrar la confiabilidad de un método radioisotópico semiautomático de determinación del VD; 2) objetivar la respuesta normal de la FE del VD; 3) analizar la respuesta conjunta durante el ejercicio de la FE de ambos ventrículos en pacientes coronarios, y 4) correlacionar las respuestas concordantes o discordantes de la FE de ambos ventrículos con la patología coronaria.

MATERIAL Y METODO

A) *Selección de pacientes.* Fueron estudiados 67 pacientes de ambos sexos, con edades que oscilaron entre los 23 y los 69 años ($49,6 \pm 7,2$ años), cuyo diagnóstico fue confirmado, en todos los casos, por cateterismo cardíaco. Fue-

ron excluidos los enfermos que presentaran un infarto de miocardio reciente (menos de 3 meses), angina inestable o insuficiencia cardíaca, así como los portadores de valvulopatías, miocardiopatías, cardiopatías congénitas o EPOC, que pudieran alterar la función del VD.

B) *Metodología de la angiografía radiológica.* Se efectuó la arteriografía coronaria por el método selectivo de Sones, con un número de inyecciones y posiciones suficiente para visualizar el árbol arterial coronario; fueron consideradas significativas las obstrucciones mayores de un 70% de la luz vascular para las tres arterias principales, y del 50% para el tronco de la coronaria izquierda. Las obstrucciones de la coronaria derecha fueron calificadas como "proximales" cuando se encontraban por encima del nacimiento de la arteria del margen agudo del VD o arteria marginal. El estudio del VI fue realizado en OAD a 20°.

C) *Metodología de la angiografía isotópica.*

a) *Adquisición de datos.* La obtención de imágenes fue realizada en una cámara de centelleo, modelo Dymax VF de Elscint, utilizando un colimador de agujeros paralelos multipropósito, y una ventana de energía del 20%, centrada en 140 KeV. Los pacientes fueron estudiados en decúbito supino, con el cabezal de la cámara orientado para obtener una imagen en OAI, entre 45° y 60°, con inclinación caudal entre 15° y 30°; la correcta visualización del septum en un osciloscopio de persistencia de imágenes fijaba la posición definitiva. Se empleó el método del equilibrio sincronizado con marcación *in vivo* de los glóbulos rojos, para lo cual se practicó una inyección i.v. de 2-4 mg de cloruro estañoso, seguida, a los 20'-30', por otra de 15-25 mCu de pertecnetato de tecnecio. La captación de imágenes comenzaba de 15' a 20' después.

La sincronización con la onda R del ECG se llevó a cabo mediante un sincronizador de Brattle; se dividió el ciclo cardíaco en 24 partes, tomando en cuenta el promedio de los primeros 100 intervalos R-R.

Los tiempos totales de recolección de cuentas dependían de la imagen resultante, observada concomitantemente en la pantalla de la computadora. Se consideró finalizada la adquisición

de datos cuando un pixel o unidad de memoria, dentro del área del VI, se saturaba en un 50% de su capacidad (128 cuentas). Cada cuadro o frame completaba aproximadamente entre 100.000 y 150.000 cuentas en un tiempo de adquisición que variaba entre 90" y 120".

b) *Procesamiento de datos del VI.* Fue realizado en una computadora Daycom 80 (Elscint), utilizando un programa de procesamiento automático (SYMA) para calcular la FE y los movimientos de la pared miocárdica; la imagen adquirida fue normalizada a las máximas cuentas del pixel del VI, en cada uno de los 24 períodos en que fue dividido el ciclo cardíaco. Posteriormente, el programa detectó y delimitó la pared ventricular izquierda, computando las cuentas acumuladas en las distintas áreas de interés. La delimitación de la pared comenzaba en el cuadro de fin de diástole, ubicando un punto en el centro del ventrículo izquierdo, a partir del cual emergían tres rayos, separados 45° entre sí; una vez definido el borde en cada uno de ellos, la memoria promediaba la densidad de los tres puntos por el principio de la segunda derivada, y, a partir de este "valor umbral", trazaba automáticamente, mediante una línea de isocuentas, el contorno ventricular. La determinación de los movimientos de los bordes cardíacos, que permite también el cálculo de la FE regional, etc., se efectuaba por la superposición del contorno sistólico con el diastólico.

A su vez, la sucesión de las 24 imágenes en que fue dividido el ciclo cardíaco permite reconstruir toda la curva de actividad/tiempo del mismo. El valor del fondo o *background* para la corrección de dicha curva se obtiene del promedio de las cuentas registradas en el área delimitada entre el contorno de fin de diástole y el de fin de sístole, mediante la fórmula

$$\text{Background} = \frac{\text{Cuentas (PFD)}_{Fs} - \text{Cuentas (PFS)}_{Fs}}{\text{Area (PFD)}_{Fs} - \text{Area (PFS)}_{Fs}}$$

donde:

Cuentas (PFD)_{F_s}: valor de cuentas totales en el perímetro de fin de diástole, calculado en el cuadro de F_s.

Cuentas (PFS)_{F_s}: valor de cuentas totales en el perímetro de fin de sístole, calculado en el cuadro de F_s,

y las áreas son las correspondientes a ambos momentos del ciclo cardíaco.

El fondo es sustraído de cada punto de la curva, la cual es finalmente dibujada para su análisis, representando su "pico" el fin de diástole, y su "valle" el fin de sístole.

c) *Confiabilidad del método.* La comparación de los valores de la FE del VI por el método angiográfico y el isotópico mostró una excelente correlación para nuestro laboratorio,¹⁹ en 40 pacientes ($r = 0,924$, $P < 0,001$). Los movimientos regionales anormales, valorados en forma cuali-cuantitativa por el "índice de contracción", presentaron también una excelente correlación radiológica-isotópica ($r = 0,968$, $P < 0,001$).

La variabilidad intra e interobservadores en el procesamiento e interpretación del estudio isotópico fue investigada en 15 pacientes; no hubo diferencias significativas, tanto en el primer caso (mismo observador, $r = 0,98$) como en el segundo (3 observadores distintos, $F = 0,01$).

El estudio de la repetibilidad, llevado a cabo en 10 pacientes, con una distancia temporal de hasta 48 horas entre dos estudios, tampoco encontró diferencias significativas ($t = 0,0979$, $P > 0,495$). A su vez, el límite de confianza del 95%, representado por la variación del estudio repetido e interpretado por el mismo observador, no fue mayor de 7 unidades de la FE inicial.

d) *Procesamiento de los datos del VD.* El método empleado constituye una variante del procesamiento automático (SYMA) para el VI. El principio de la segunda derivada se utiliza para identificar en la memoria el isocontorno del ventrículo derecho a fin de diástole. Una vez detectado por computación el borde de dicha cavidad, la misma se perimetra manualmente, poniendo especial cuidado en delimitar correctamente el tracto de salida y la aurícula derecha. Finalmente, el programa SYMA permite en forma automática la separación del perímetro del VD de la silueta cardíaca durante todo el ciclo. El procesamiento es considerado válido cuando la perimetración del VD excluye

la aurícula derecha y la arteria pulmonar a fin de sístole (Fig. 1).

El fondo (o *background*) es obtenido igual que en el VI, es decir, del área resultante de la sustracción de la imagen de fin de sístole a la de fin de diástole; el mismo es descontado en forma automática de la curva de actividad/tiempo.

e) *Confiabilidad*. Los valores basales normales de la FE del VD, tal como lo muestra la Tabla 1, son de $48,7 \pm 10,4$ ($\bar{X} \pm 2DS$). La variación intra e interobservadores no muestra diferencias significativas ($r = 0,98$ y $0,96$, respectivamente) (Fig. 2).²⁰

f) *Los movimientos regionales anormales (MRA)*. El estudio de los MRA, tanto para el VI como para el VD, es realizado mediante el uso de la "imagen compuesta" (Fig. 3), basada en la superposición del contorno sistólico al diastólico. Así, el centro oscuro representa el área de fin de sístole, y el halo blanco concéntrico alrededor del mismo indica la contracción del ventrículo a partir del fin de diástole. Un adelgazamiento o desaparición de dicho halo señala un MRA; utilizando el cine puede identificarse si se trata de una aquinesia, hipoquinesia o disquinesia.

D) *Protocolo ergométrico*. Se empleó el método escaleriforme continuo, con cargas progresivas de 150 kgm e incrementos cada 3 minutos. El estudio se realizó en decúbito supino, empleando una bicicleta ergométrica de frenado electromagnético, adaptada a la camilla *ad hoc*; la presión arterial, ritmo cardíaco y el ECG fueron monitorizados en forma continua. Los vasodilatadores y/o bloqueantes cálcicos fueron discontinuados 24 horas antes de la prueba, y los beta-bloqueantes 48 horas antes.

La PEG fue considerada suficiente cuando se alcanzó el 85% de la frecuencia cardíaca máxima de acuerdo con la edad, y positiva cuando presentó un desnivel ST de 2 mm a 0,08" del punto J, angor típico, disnea desproporcionada al esfuerzo o arritmias significativas. Fueron descartadas del estudio las PEG insuficientes en pacientes normales, así como en los coronarios demostrados (con infarto previo) que recibían drogas bradicardizantes (amiodarona, beta-bloqueantes, digital) y que no alcanzaron los

5 Mets durante el esfuerzo.

El procedimiento consistió en determinar la fracción de eyección biventricular en el período basal y durante el ejercicio. En este último, la adquisición de datos comienza una vez alcanzado el estado estable de la frecuencia cardíaca en el pico máximo del ejercicio, manteniendo al paciente con una carga menor durante todo el proceso de adquisición (60"-120"). La respuesta de la FE biventricular durante el ejercicio fue considerada como patológica cuando no hubo incremento mayor de 7 unidades de la misma respecto de la FE basal.

E) *Método estadístico*. Para la evaluación de la repetibilidad, variación intra e interobservadores, así como para la comparación de los resultados radiológicos-isotópicos en la determinación de la FE, se utilizó el procedimiento de la regresión lineal y la estimación de los coeficientes de regresión respectivos. Para la comparación de dos series de valores se empleó el test de Student para datos apareados o no apareados; tratándose de más de dos series se usó el análisis de varianza. Para la distribución de proporciones (MRA, estenosis coronarias, etc.) se recurrió al método del X^2 . Los valores de P inferiores a 0,05 fueron considerados estadísticamente significativos.

F) *Distribución de la población en estudio*. Los 67 pacientes estudiados fueron distribuidos de la siguiente manera:

Grupo I o grupo control (Tabla 1), constituido por 11 individuos normales, 7 hombres y 4 mujeres, con edades entre 23 y 52 años ($39,5 \pm 11,9$ años). La mayoría fue sometida a cateterismo cardíaco por síndromes anginosos atípicos, taquiarritmias o ECG anormales (pacientes 3, 5 y 8), o PEG anormales (pacientes 7, 9 y 10). El paciente 10 presentaba lesiones poco significativas de la DA y Cx.

Grupo II, constituido por coronarios con caída de la FE del VI y FE del VD normales (Tabla 2). Comprendía 30 pacientes (27 varones y 3 mujeres), con un rango etáreo entre 40 y 65 años ($55,0 \pm 8,1$ años); todos presentaban algún grado de angina de pecho; 13 (43%) tenían secuelas de infarto de miocardio, y la PEG era positiva en la mayoría; las lesiones coronarias se encuentran detalladas en la Ta-

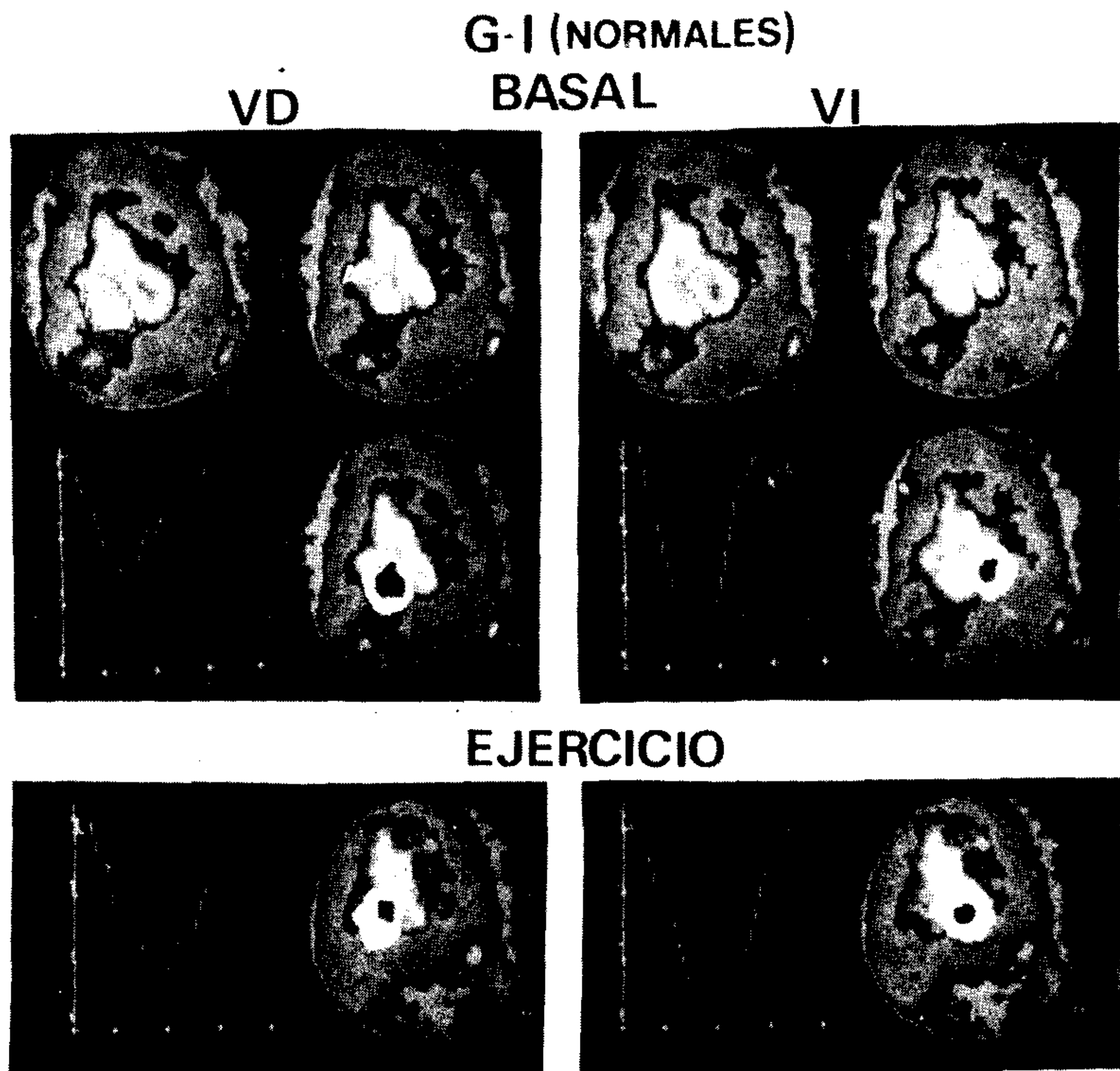


Fig. 1. Grupo I (normales). Pac. N° 9. Ejemplo de respuesta normal de la función de bomba de ambos ventrículos durante el ejercicio. ED: =fin de diástole; ES= fin de sístole; Comp= imagen compuesta; AD=aurícula derecha. Obsérvese la imagen ES del VD: la AD queda fuera de la perimetración ventricular.

FE del VD. VARIACION INTRA E INTEROBSERVADORES (n= 10)

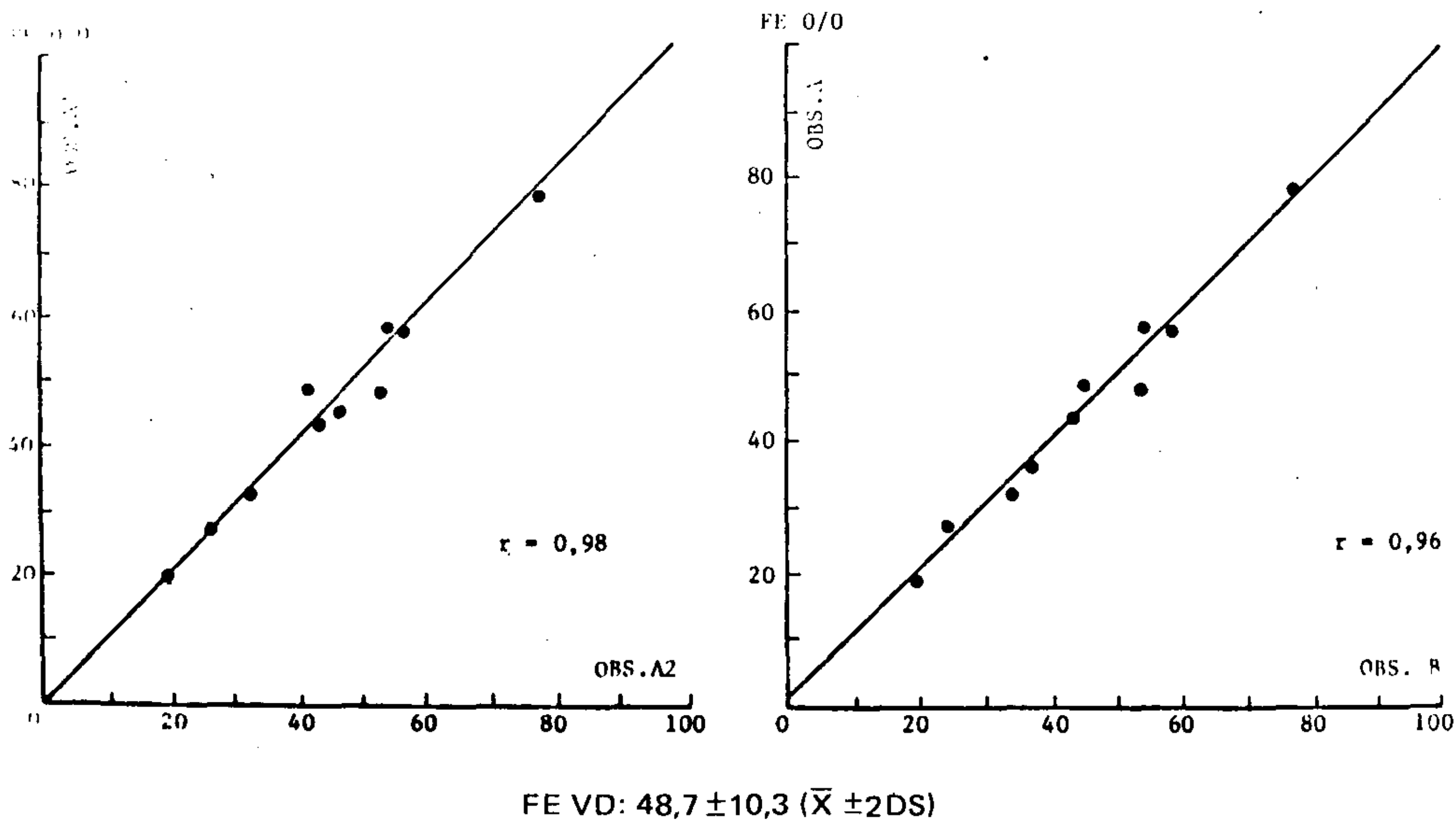


Fig. 2. FE del VD. Variación intra e interobservadores (n= 10).

MOVIMIENTOS REGIONALES DEL VD.

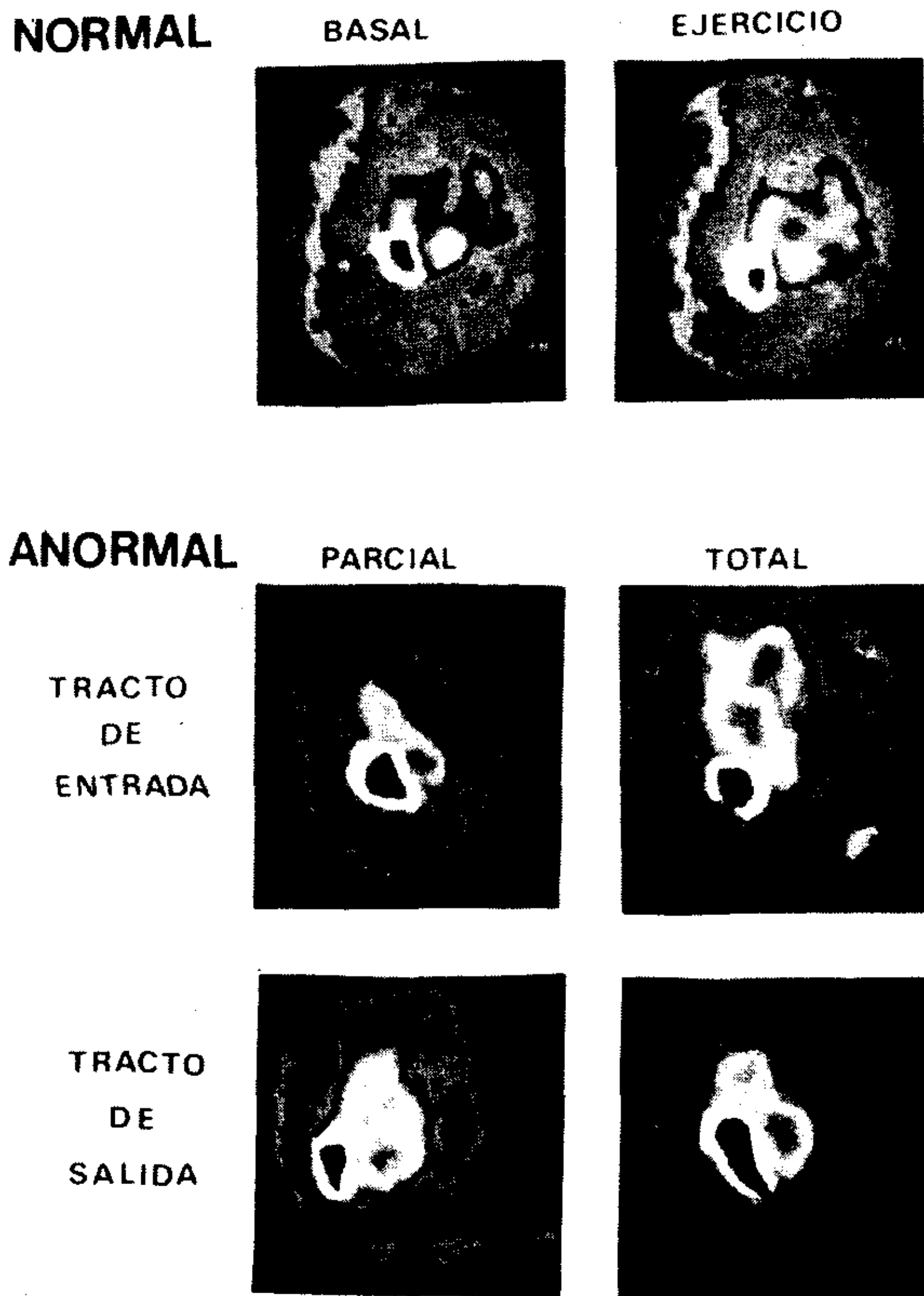


Fig. 3. Movimientos regionales del VD. Arriba: Se observan movimientos regionales normales del VD tanto en reposo (izquierda) como en ejercicio (derecha). El "halo blanco" corresponde al movimiento de la pared, desde el fin de diástole al fin de la sístole. Abajo: Movimientos regionales anormales del VD, tanto del tracto de entrada como de salida (ápex) del VD. Las flechas indican los MRA.

Tabla I
Datos de los pacientes del Grupo I

Nº	Pac.	Edad	Cateterismo cardíaco		Infarto	Ejercicio			FE VI %		FE VD %		MRA VD Ejerc.
			Les. cor. > 70%	MRA VI		ST	Angor	DP	Basal	Ejerc.	Basal	Ejerc.	
1	HA	52/F	Normal	No	No	No	No	24.000	66	74,2	51	70	No
2	GD	26/M	Normal	No	No	No	No	30.400	65	85	40	55	No
3	MG	34/M	Normal	No	No	No	No	25.500	65,5	84,1	48	68	No
4	FE	53/M	Normal	No	No	No	No	32.130	70	88	44	70	No
5	BM	23/F	Normal	No	No	No	No	30.400	68	81	48	65	No
6	CN	48/M	Normal	No	No	No	No	20.900	70	85	50	78	No
7	CR	39/M	Normal	No	No	Sí	No	32.500	66,6	87,6	38,4	65	No
8	LM	26/F	Normal	No	No	No	No	24.480	60	84	60	69	No
9	BJ	32/M	Normal	No	No	Sí	No	38.000	73	82	52,1	75	No
10	TJ	49/M	DA-CX < 40%	No	No	Sí	No	28.800	66,6	88,8	52,2	75	No
11	SI	52/F	Normal	No	No	No	No	27.300	66,6	88,8	48	75	No
\bar{X}		<u>39,5</u>						28.600	67,1	84,4	48,2	71,4	
DS		<u>11,8</u>						4.800	5,3	4,3	5,2	7,7	
P									<0,001		<0,001		

Tabla 2
Datos de los pacientes del Grupo II

Nº	Pac.	Edad	Cateterismo cardíaco		Infarto	Ejercicio			FE VI %		FE VD %		MRA VD Ejerc.
			Les. cor. >70%	MRA VI		ST	Angor	DP	Basal	Ejerc.	Basal	Ejerc.	
12	NJ	48/M	DA	Ant-Ap	No	No	No	24.000	62	51	50	68	No
13	VJ	65/M	DA	Ant-Ap	No	Sí	Sí	27.720	59	51	47	62	No
14	SA	49/M	DA-CX-CD	Inf-Ap	Diaf	No	Sí	17.080	41	29	55	75	No
15	SM	55/M	DA-CDP	Inf	Diaf	Sí	No	21.840	65	65	52	63	No
16	FA	59/F	DA-CX-CD	No	No	Sí	No	23.100	51	57	50	68	No
17	HP	60/M	DA-CX-CDP	Inf+Ant-Ap	Diaf	Sí	Sí	16.380	36	39	60	65	Sí
18	GJ	56/M	DA	Ant	No	No	No	21.420	62	63	42	68	No
19	CJ	58/M	DA-CX-CD	Ap	No	Sí	Sí	22.000	61,9	47,3	57	70	No
20	GS	49/F	DA-CX-CD	Ap	Apic	Sí	Sí	12.000	42,1	38	55	70	No
21	FJ	59/M	DA-CX-CD	No	No	No	Sí	24.000	70,4	46	50	78	No
22	GM	61/M	DA-CDP	No	No	Sí	Sí	24.300	74	65	68	80	No
23	NO	44/M	DA	Ant-Ap	No	Sí	Sí	27.000	75	57	50	70	No
24	FM	52/M	DA-CX	Ant-Ap	No	Sí	Sí	18.000	60	40	52	68	No
25	CA	56/M	DA	No	No	Sí	Sí	19.500	75	64	62	70	No
26	DE	67/M	DA-CX-CD	Ant-Sep	Ant-Sep	Sí	No	16.000	33,3	27,2	60	90	No
27	RA	55/F	DA-CX-CD	Difusos	Ant-Lat	Sí	Sí	12.000	41,6	29,6	50	68	No
28	SA	57/M	DA-CX-CD	No	Ant-Sep	Sí	No	18.000	70,9	72	50	77,7	No
29	TJ	40/M	DA-CX-CD	Difusos	Diaf	Sí	Sí	15.000	36	29	50	70	Sí
30	RJ	66/M	TR-DA-CX-CD	Ant	No	Sí	Sí	19.900	50	41	50	68	No
31	SF	50/M	DA-CX-CD	Ant-Lat	Ant-Lat	Sí	Sí	12.000	36	29	40	75	No
32	SR	45/M	DA-CX-CD	No	No	Sí	Sí	16.000	62	48	50	80	No
33	CP	41/M	DA	Ant	Ant-Sep	No	No	19.900	70	68	40	60	No
34	BO	53/M	DA-CX-CDP	Difusos	No	Sí	Sí	23.600	36	25	40	70	No
35	SE	40/M	DA	No	No	Sí	Sí	24.000	77	70	60	80	No
36	LA	64/M	DA-CX-CDP	Difusos	Apic	Sí	Sí	12.000	33	24	53,3	62	Sí
37	CN	52/M	DA	No	No	Sí	Sí	16.000	60	47	60	69	No
38	TL	55/M	DA	Anterior	Sep	No	Sí	29.900	73,6	66,6	53	61	No
39	GC	64/M	DA-CX-CD	Difusos	Ant-Dia	Sí	Sí	12.000	33	26,6	42,9	80	No
40	FA	63/M	DA-CX	No	No	Sí	No	25.000	70	75	60	85,7	No
41	CA	68/M	DA-CX-CD	Apical	No	Sí	No	22.500	62,9	54,1	48,9	63,3	No
\bar{X}		55,1						19.740	55,9	48,9	51,9	71,6	
DS		8,1						5.100	15,3	17,1	6,9	7,9	
P									NS		<0,001		

DA = descendente anterior; CX = circunfleja; CDP = coronaria derecha proximal.

bla 2. Los pacientes 12 y 18 se hallaban en tratamiento con amiodarona, y los 32 y 38, con beta-bloqueantes.

El Grupo III A comprende 11 pacientes, 10 hombres y una mujer, con edades entre 40 y 65 años ($49,6 \pm 7,5$ años) (Tabla 3). Diez pacientes tenían secuelas de necrosis diafragmática. Los pacientes 50 y 51 no presentaban sintomatología ni PEG positiva; se encontraban bajo tratamiento con beta-bloqueantes, lo cual explica el bajo DP observado bajo ejercicio.

El paciente 47 había padecido 6 meses antes un IAM diafragmático con IAM de VD, confirmado por estudio ventriculográfico isotópico. Salvo el paciente 42, con lesión de 3 vasos, los restantes presentaban lesión alta de la coronaria derecha.

El Grupo III B corresponde a 15 coronarios, 14 hombres y una mujer, con edades entre 37 y 69 años ($54,4 \pm 9,4$ años) (Tabla 4). Doce de ellos (80%) presentaban secuelas de infarto de miocardio (3 diafragmáticos y 9 anteriores).

Tabla 3
Datos de los pacientes del Grupo III A

Nº	Pac.	Edad	Cateterismo cardíaco		Infarto	Ejercicio			FE VI %		FE VD %		MRA VD Ejerc.
			Les. cor. > 70%	MRA VI		ST	Angor	DP	Basal	Ejerc.	Basal	Ejerc.	
42	SA	50/M	DA-CD-CX	Inf	Diaf	Sí	No	16.000	41,1	66,6	46	33	Sí
43	AA	48/M	CDP	No	No	Sí	Sí	31.200	70	78,8	52,9	50	No
44	BO	40/M	CDP-CX	Inf	Diaf	Sí	No	30.360	65	73	56,2	56,2	Sí
45	GR	47/M	CDP	Inf	Diaf	Sí	Sí	19.200	65,5	77,4	60	54,1	Sí
46	PA	54/M	CDP-CX	Inf	Diaf	Sí	Sí	26.980	70	81	66	57,8	Sí
47	LC	59/M	DA-CDP	Inf	Diaf	Sí	No	29.640	65,5	86,2	38,7	27,2	Sí
48	VC	45/M	CDP	Inf	Diaf	Sí	No	31.350	70,8	84	64,2	56,2	Sí
49	PR	47/M	CX-CDP	Inf	Diaf	Sí	Sí	41.310	64,8	73,6	53,8	53,8	Sí
50	OE	51/M	CDP	Inf	Diaf	No	No	17.000	70,3	86,2	55,5	47	Sí
51	NF	40/F	CDP	Inf	Diaf	No	No	18.860	68	84	66,9	56,6	Sí
52	AR	65/M	CDP	Inf	Diaf	Sí	No	35.100	67,7	80,7	60	60	Sí
\bar{X}		49,6						27.000	65,3	79,2	56,4	50,6	
DS		7,5						8.200	8,4	6,2	8,6	10,9	
P									<0,001		NS		

Abreviaturas como en la Tabla 2.

Tabla 4
Datos de los pacientes del Grupo III B

Nº	Pac.	Edad	Cateterismo cardíaco		Infarto	Ejercicio			FE VI %		FE VD %		MRA VD Ejerc.
			Les. cor. < 70%	MRA VI		ST	Angor	DP	Basal	Ejerc.	Basal	Ejerc.	
53	LE	57/M	TR-DA-CX-CDP	Difusos	Diaf	Sí	Sí	13.000	40,6	36,3	50	36	Sí
54	NA	62/M	DA-CX-CDP	Apical	Diaf	Sí	Sí	18.450	73,3	72,4	75,9	60,7	Sí
55	ME	37/M	DA-CX-CDP	Ant-Ap	Ant	Sí	Sí	14.400	60	47,5	66,6	51,8	Sí
56	LA	64/M	DA-CX-CD	Ant-Lat	Ant	No	Sí	16.560	39	34	67,4	64,5	No
57	FJ	49/M	DA-CX-CD	Ant-Lat	Ant	Sí	Sí	17.280	32,6	37	63,1	50	No
58	PE	49/M	DA-CX-CD	Inf-Ap	No	Sí	Sí	16.000	70	68	64	62,9	No
59	KD	50/M	TR-DA-CX-CDP	Ant-Lat	Ant	No	Sí	18.000	37,5	32,6	36,2	30	Sí
60	RE	69/M	DA-CX	Ant-Lat	Ant	Sí	Sí	24.700	34,1	11,4	60	36,3	Sí
61	ER	48/M	DA-CX-CD	Apical	Ant	Sí	Sí	16.660	53,3	20	68,4	56,2	No
62	OC	47/M	DA-CX-CDP	Apical	No	Sí	Sí	15.000	54,9	58,3	52,3	45,8	No
63	RM	69/F	DA-CX-CD	Ant-Lat	Ant	Sí	No	14.000	26,4	30	62,5	60	No
64	RR	54/M	DA-CX-CDP	Inferior	Diaf	Sí	Sí	21.000	70	65,5	40,6	33,3	Sí
65	CJ	43/M	DA-CX-CDP	Apical	No	Sí	Sí	24.360	66,6	65,7	60	33,8	Sí
66	NC	60/M	TR-DA-CX-CDP	Difusos	Ant	Sí	Sí	21.900	32,4	34,2	33,3	19,2	Sí
67	CR	58/M	DA-CX-CDP	Ant-Lat	Ant	Sí	Sí	13.800	23,9	19,6	25	20	Sí
\bar{X}		54,4						17.700	47,6	42,2	54,9	44,1	
DS		9,4						3.760	17,2	19,5	14,9	15,3	
P									NS		<0,01		

Abreviaturas como en la Tabla 2.

La PEG fue positiva en todos ellos y varios presentaron disnea durante la misma. La coronariografía demostró mayor severidad (lesiones de tres vasos), y 3 pacientes (números 53, 59 y 66) tuvieron lesiones de tronco. En 9 pacientes se observaron lesiones proximales de la coronaria derecha.

RESULTADOS

A) Referiremos, en primer lugar, los hallazgos ergométricos y radioisotópicos correspondientes a los distintos grupos (graficados en la Fig. 4).

a) *Grupo I* (control). En los pacientes del grupo control, el doble producto (presión sistólica x frecuencia cardíaca), en el pico máximo del esfuerzo, fue de 28.000 ± 4.800 . La FE de ambos ventrículos se incrementó durante el ejercicio para el grupo entero (Fig. 4); la del VI, de $67,1 \pm 5,3\%$ a $84,4 \pm 4,3\%$ ($P < 0,001$) y la del VD, de $48,2 \pm 5,9$ a $71,7 \pm 7,7\%$ ($P < 0,001$). Un ejemplo de estudio correspondiente a un paciente de este grupo está representado en la Fig. 1.

b) *Grupo II* (coronarios, con disminución de la FE del VI y aumento de la FE del VD). El DP en el pico máximo del ejercicio fue de 19.740 ± 5.100 , significativamente menor que el del grupo control ($P < 0,001$).

La FE basal del VI fue menor respecto del grupo control ($P < 0,005$), así como la respuesta de la misma durante el ejercicio (siempre en relación con el Grupo I, $P < 0,001$); hubo un descenso de la FE del VI, de $55,9 \pm 15,3$ a $48,9 \pm 17\%$, estadísticamente no significativa. Un ejemplo de este grupo se presenta en la Fig. 5.

La FE basal del VD, así como la respuesta de la misma durante el esfuerzo, no se diferenció del grupo control.

A excepción de los pacientes 12, 18 y 33, todos los demás integrantes de este grupo tuvieron durante la PEG manifestaciones de isquemia, representadas por angor y/o desnivel ST.

c) *Grupo III*. Corresponde a los coronarios que presentaron caída de la FE del VD durante el ejercicio. Pudieron ser diferenciados según la ausencia (Grupo III A) o presencia (Grupo III B) de una caída concomitante de la FE del VI.

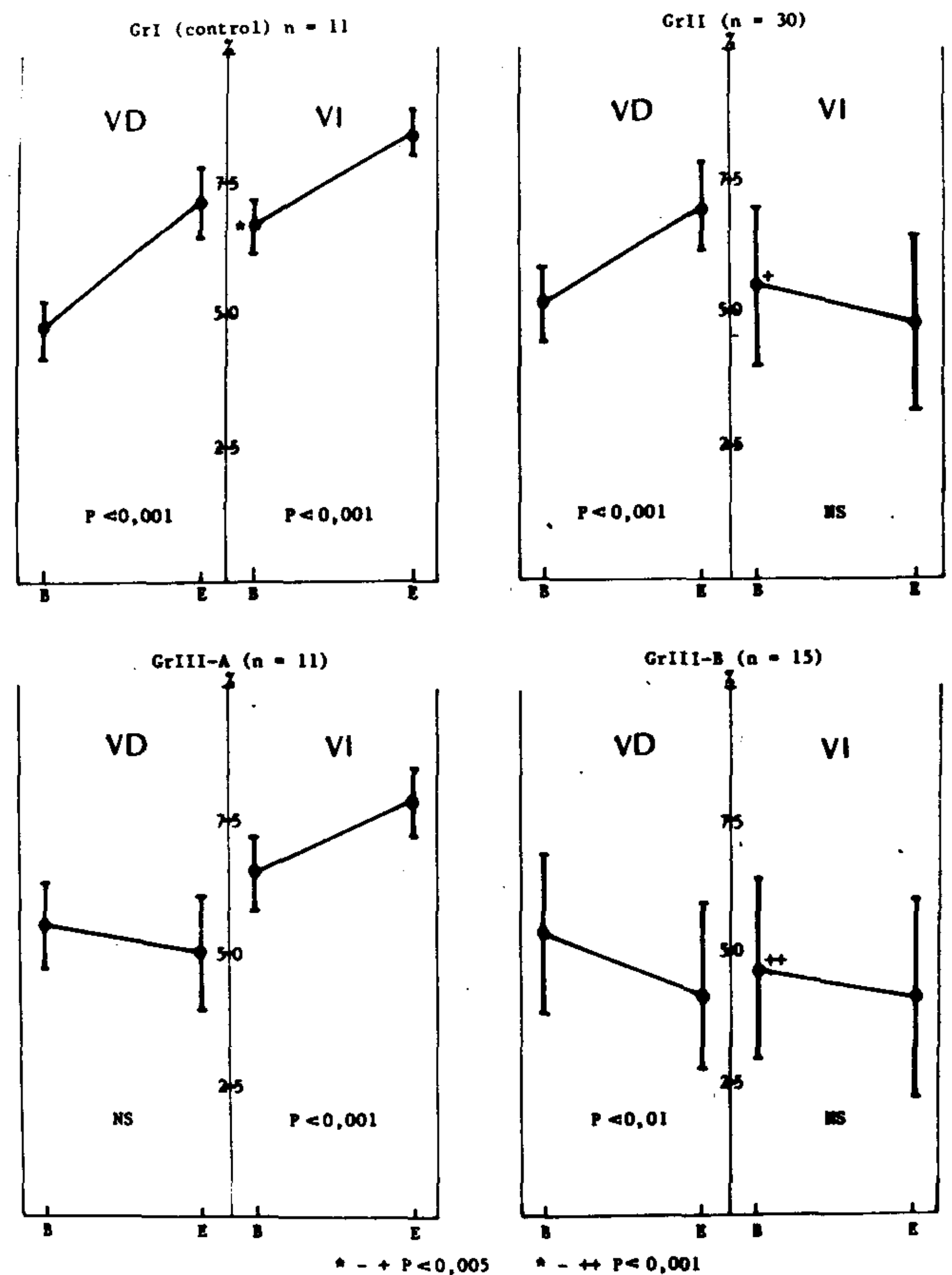


Fig. 4. Comportamiento de la FE de ambos ventrículos, en reposo y esfuerzo, en los distintos grupos considerados.

Grupo III A. En estos pacientes el promedio del doble producto fue de 27.000 ± 8.200 , cifra que no los diferencia del grupo control.

Salvo los pacientes 50 y 51, el resto presentó respuesta isquémica en la PEG. Tanto los valores basales de la FE del VI, como la respuesta al ejercicio de esta última ($65,3 \pm 8,4$ y $79,2 \pm 6,2$, respectivamente - $P < 0,001$), no difirieron de los de los normales, pero sí de los del Grupo II ($P < 0,001$).

La FE basal del VD no presentó diferencias con el grupo control, pero, en cambio, sí existió una clara respuesta plana o deprimida de la misma, de $56,4 \pm 8,6$ a $50,6 \pm 10,9\%$ (P : NS), que lo diferencia de los normales ($P < 0,001$). La Fig. 6 ejemplifica el comportamiento de un paciente de este grupo.

Grupo III B. El doble producto en los pacien-

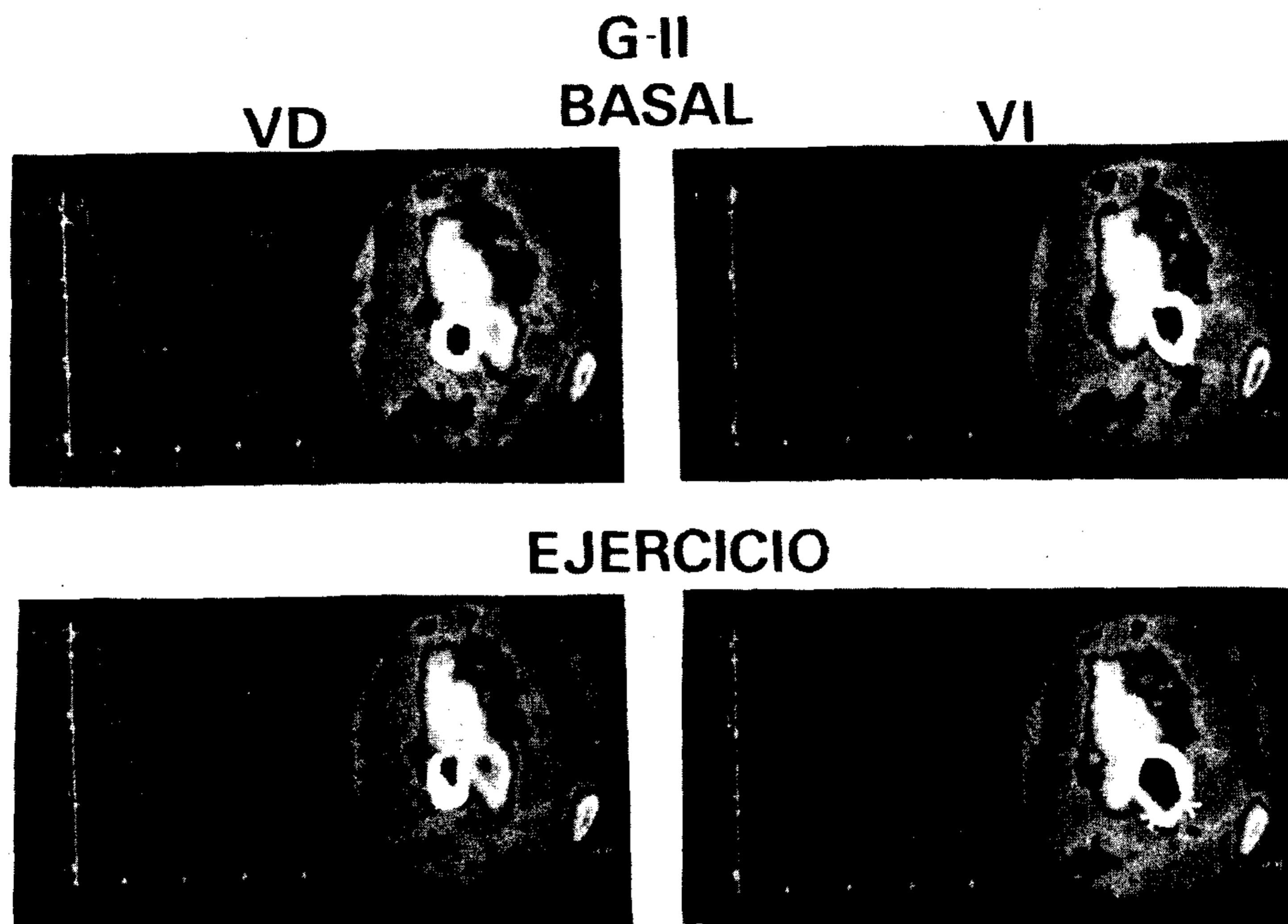


Fig. 5. Grupo II, paciente Nº 37. Caída de la FE del VI durante el esfuerzo, con respuesta normal de la FE del VD. Las flechas muestran un MRA en la región inferoapical del VI.

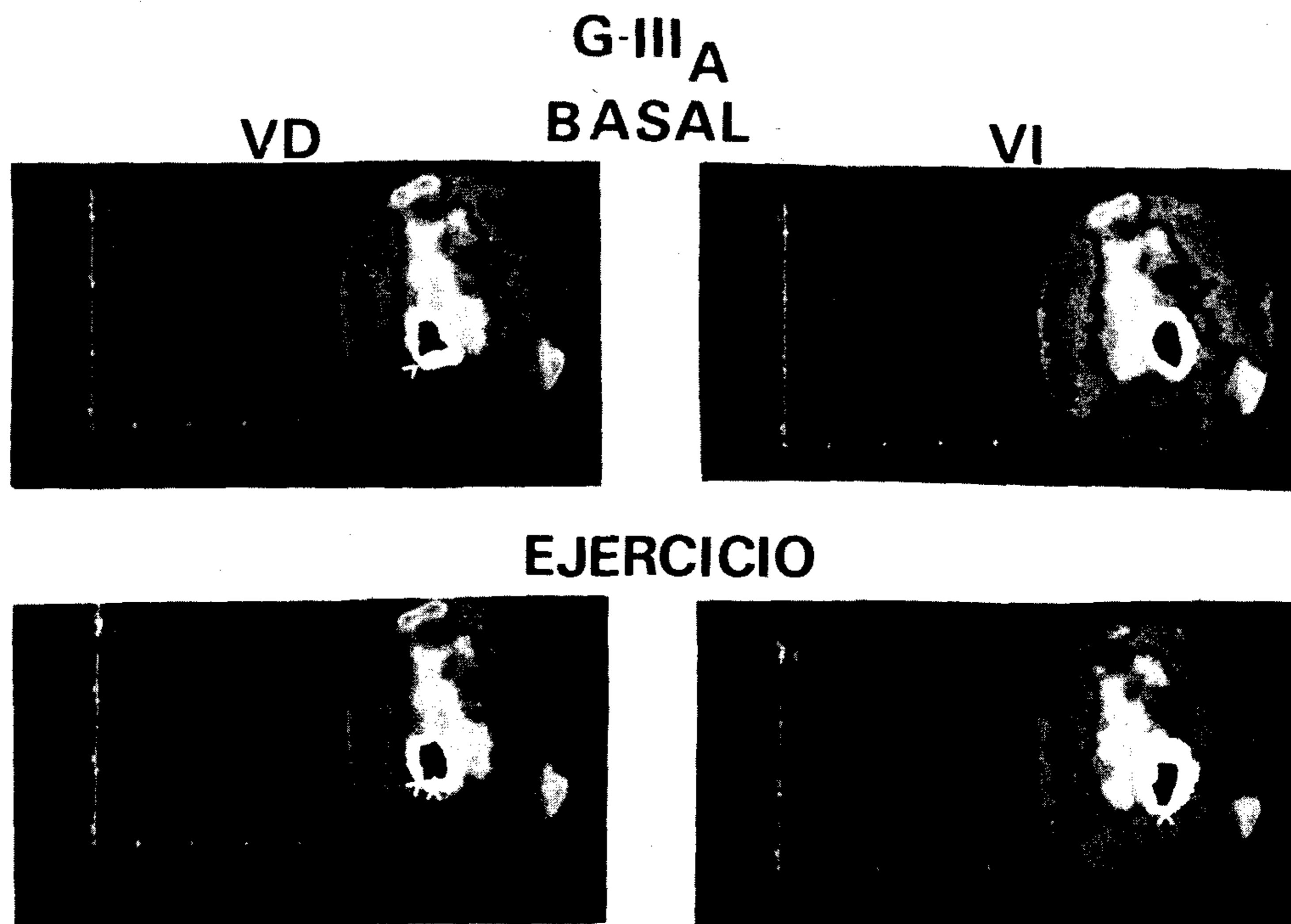


Fig. 6. Grupo III A, paciente Nº 45. Caída selectiva de la FE del VD durante el esfuerzo. Obsérvense los MRA tanto del VI como del VD (flechas).

tes de este grupo fue de 17.700 ± 3.760 , estadísticamente diferente respecto del grupo control, pero similar al Grupo II; la PEG fue positiva en todos los casos.

La FE basal del VI fue inferior respecto del grupo control y del III A ($P < 0,001$), y similar a la del Grupo II. Durante el ejercicio, la FE cayó de $47,6 \pm 17,2$ a $42,2 \pm 19,5\%$ (P : NS), de la misma manera que en el Grupo II; esta respuesta fue significativamente diferente respecto del grupo control ($P < 0,001$).

La FE del VD, en condiciones basales, fue similar a los demás grupos, y tuvo una caída durante el esfuerzo de $54,9 \pm 14,9$ a $44,1 \pm 15,3\%$ ($P < 0,01$). Esta respuesta fue diferente de la de los Grupos I y II ($P < 0,001$), y similar a la del Grupo III A (P : NS) (ejemplo: Fig. 7).

Haremos referencia, a continuación, a algunas de las características clínicas y hallazgos significativos de la coronariografía, en relación con los grupos que estamos considerando (Fig. 8).

a) *Infartos de miocardio diafragmáticos*. La prevalencia de secuelas diafragmáticas fue similar en los Grupos II (5/30, 17%) y III B (3/15, 20%). Sin embargo, la proporción de las mismas en el Grupo III A (10/11, 91%) fue significativamente diferente respecto de los Grupos II y III B ($P < 0,001$).

b) *Movimientos regionales anormales del VD*. La presencia de MRA diferenciaba claramente a los grupos con caída de la FE del VD (III A y B, 19/26, 73%) de aquellos coronarios sin alteración de la misma (Grupo II, 3/30, 10%, $P < 0,001$). A su vez, el Grupo III A (10/11, 91%) se diferenciaba significativamente de los dos grupos coronarios restantes: Grupo III B (9/15, 60%, $P < 0,01$) y Grupo II (3/30, 10%, $P < 0,001$), los cuales, a su vez, eran significativamente diferentes entre sí en cuanto a la presencia de MRA ($P < 0,01$).

c) *Lesiones coronarias*. Se tomaron en cuenta dos elementos: por un lado, la presencia de obstrucciones de la coronaria derecha proximal (por encima de la marginal), y, por el otro, la severidad de la coronariopatía (lesiones de las tres arterias principales).

Obstrucciones de la coronaria derecha proximal. El Grupo III A presentaba mayor prevalencia de dicha lesión (10/11, 93%) respecto de

los Grupos II (5/30, 17%, $P < 0,001$) y III B (9/15, 60%). A su vez, era significativa la diferencia entre estos últimos dos grupos ($P < 0,05$).

Los coronarios con caída de la FE del VD (III A y B) presentaban lesiones de la CD proximal (19/26, 73%) de manera significativamente diferente respecto de aquellos que no ofrecían este particular comportamiento de la FE del VD (Grupo II, 5/30, 17%, $P < 0,001$).

Lesiones de tres vasos. Solamente un paciente del Grupo III A (paciente 42) presentaba lesiones de tres vasos. La mayor presencia de lesiones de tres vasos fue estadísticamente significativa para el Grupo III B (14/15, 93%) y el Grupo II (17/30, 57%) ($P < 0,005$).

Finalmente, 3 pacientes del Grupo III B presentaron lesiones mayores del 50% del tronco de la coronaria izquierda, mientras que tan sólo un enfermo del Grupo II tenía lesión de tronco.

DISCUSION

La práctica de la angiografía isotópica en equilibrio sincronizado en la posición OAI a 45° favorece la correcta separación de ambos ventrículos por el septum interventricular, posibilitando la medición simultánea de las FE del VI y del VD. En consecuencia, facilita la exploración, durante el ejercicio, de la reserva funcional (contráctil y/o coronaria) de ambas cámaras ventriculares.

El análisis de la FE del VD en esta posición agrega una información adicional al estudio de los movimientos de la pared ventricular izquierda, en el sentido de calificar la extensión y severidad de la enfermedad coronaria. En efecto, se sabe que la alteración a nivel del septum interventricular corresponde a lesiones de la descendente anterior, y que la afectación de la pared posterolateral implica lesión de la circunfleja. El segmento inferoapical puede corresponder tanto al territorio de la DA como a la CD; por lo tanto, la visualización del VI en OAI establece pocos datos sobre las lesiones de la CD, mientras que la caída de la FE del VD es altamente predictiva de lesiones correspondientes al territorio de esta última arteria.^{9, 10, 11}

El principio de la medición de la FE, tanto del VI como del VD, empleando las técnicas,

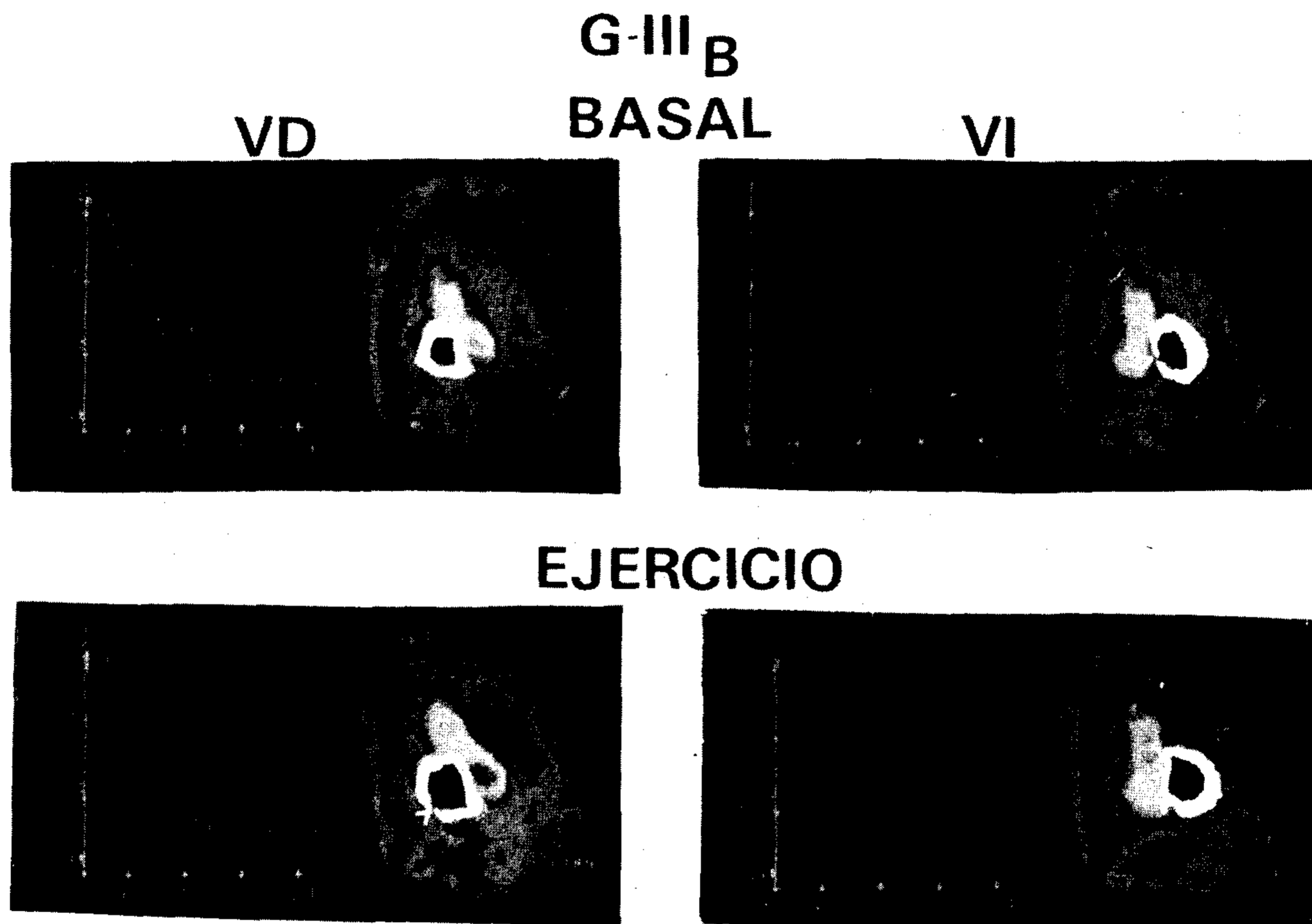


Fig. 7. Grupo III B, paciente Nº 55. Ejemplo de caída simultánea de la FE de ambos ventrículos durante el ejercicio. Obsérvese el incremento de la imagen de fin de sístole así como los MRA de ambos ventrículos (flechas).

radioisotópicas, se basa teóricamente en el hecho de que las variaciones de actividad (cuentas) en las áreas correspondientes a los ventrículos son directamente proporcionales a las variaciones de volumen; por lo tanto, el cálculo de la FE evita el factor de corrección geométrico, indispensable para la angiografía radiológica. La medición de la FE en nuestro laboratorio, tanto con el método automático para el VI, como con el semiautomático para el VD,^{19, 20} demostró resultados altamente confiables. En este último procedimiento, el promedio de la FE del VD, en nuestros sujetos normales, es de $48 \pm 10\%$ ($\bar{X} \pm 2DS$), prácticamente similar a los datos de la literatura; así, por ejemplo, Gentzler,¹⁸ utilizando moldes de plástico de corazones obtenidos mediante necropsias, refiere cifras de $51 \pm 8\%$ (rango de 35 a 67, para 2DS), mientras que Berger y colaboradores,²¹ con el método del primer pasaje, determinan un valor,

en 50 pacientes normales, de 55% (rango entre 45 y 65%).

La detección de los movimientos anormales de la pared del ventrículo derecho durante el ejercicio, es un tema escasamente desarrollado en la bibliografía. En la posición OAI a 45° , el contorno del VD, debajo de la aurícula derecha, corresponde, en los 2/3 superiores, al tracto de entrada del VD, y en el 1/3 distal o cercano al septum, a la región apical o tracto de salida del mismo. La obtención de la "imagen compuesta" del VD, definida como el halo blanco alrededor de la imagen de fin de sístole, nos permite identificar y localizar distintas disinergias de la pared ventricular derecha, como se puede observar en la Fig. 3. Al analizar los MRA del VD, constatamos su elevada especificidad, puesto que no se detectaron nunca en nuestros pacientes normales; en cambio, estuvieron presentes en el 73% de los

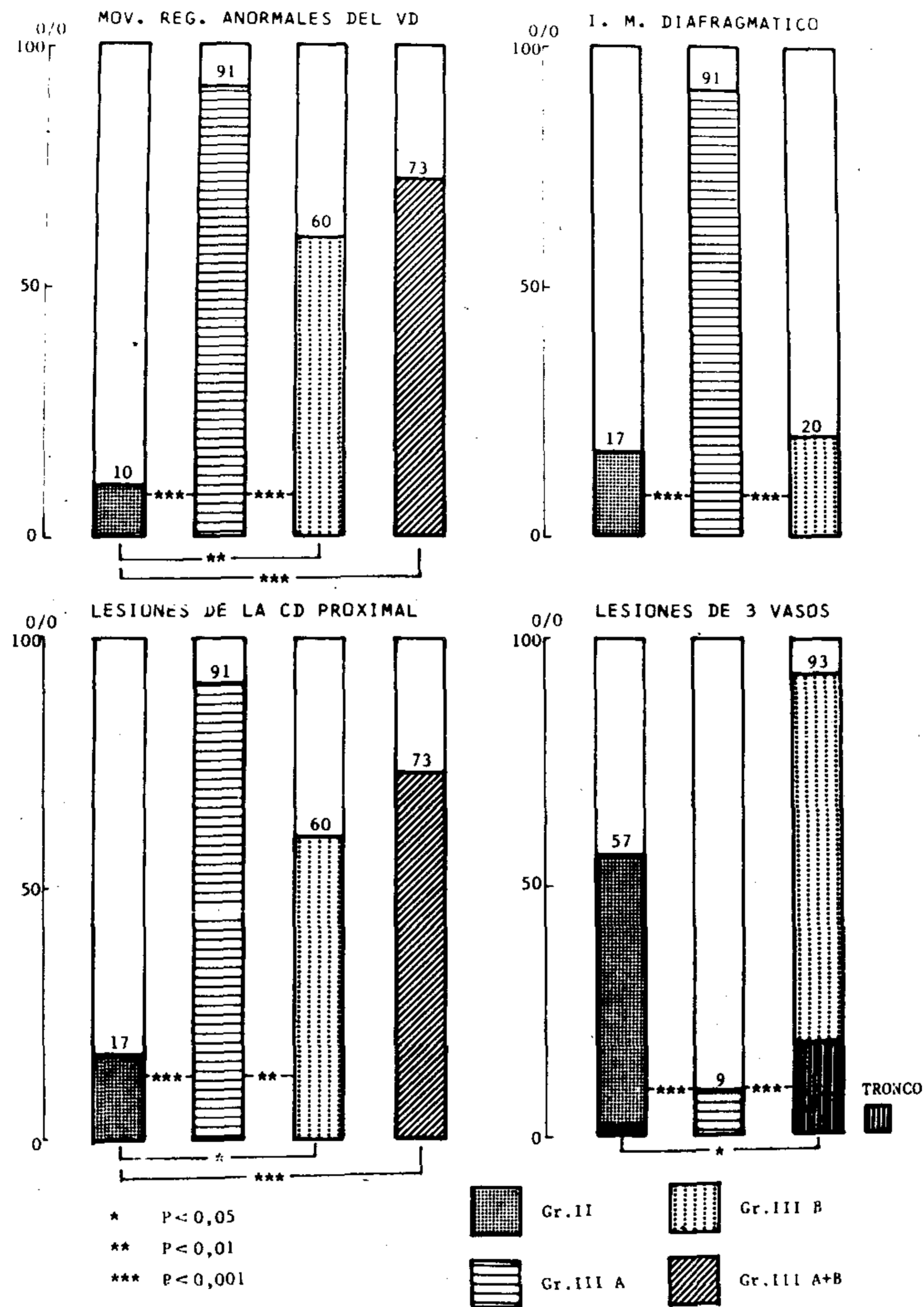


Fig. 8. Algunas características clínicas y angiográficas de los grupos considerados (ver texto).

pacientes coronarios con caída de la FE del VD (Grupo III A y B), diferenciándose de manera significativa ($P < 0,001$) de aquellos coronarios que no presentaron caída de la FE del VD (Grupo II), en los cuales la prevalencia de MRA del VD fue mínima (17%). Por lo tanto, la presencia de MRA del VD durante el ejercicio incrementa el valor predictivo de la respuesta isquémica, al acompañar una caída concomitante de la FE del VD.

La relación existente entre las lesiones de la coronaria derecha proximal (por encima del origen de la marginal) y la caída de la FE del VD

fue analizada por varios autores.^{9, 10, 11} El principio de tal relación se basa en que la anatomía del ventrículo derecho se halla integrada por la pared libre del mismo y por el tabique interventricular. La ecocardiografía ha demostrado que el septum interventricular contribuye normalmente a la función de eyección del VI;²² por lo tanto, se supone que la pared libre del VD es la que mayor participación tiene en la génesis de la fracción de eyección del VD. A su vez, los estudios de la anatomía coronaria de James²³ indican que, en promedio, un 60% de la pared anterior del VD se encuentra

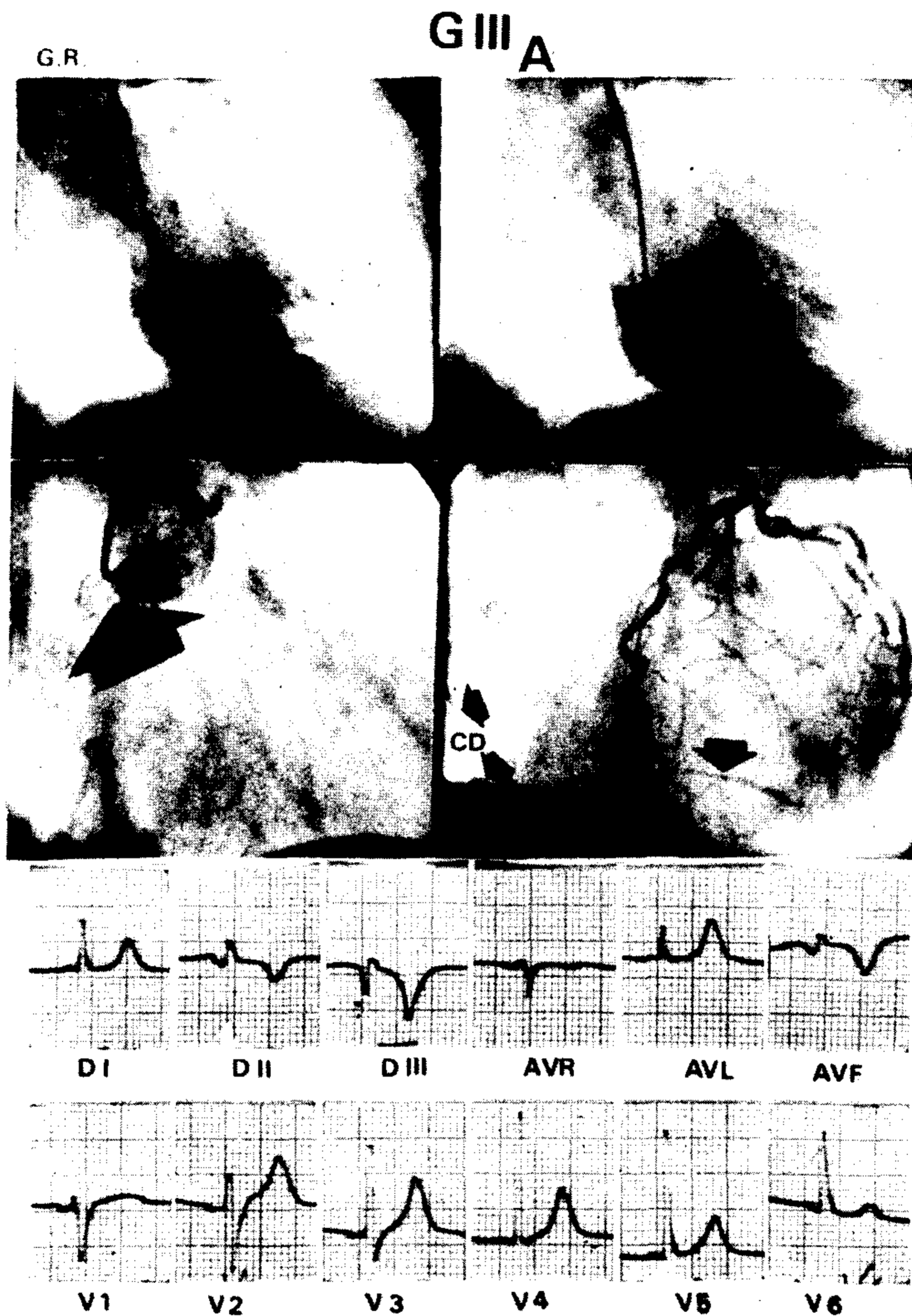


Fig. 9. Abajo: El ECG muestra un infarto diafragmático. Arriba: ventriculograma y cinecoronariografía. Aquinesia diafragmática en el ventriculograma. Obstrucción yuxtaostial de la CD (flecha). Coronaria izquierda normal. Llenado retrógrado de la CD por circulación heterocoronaria (flechas).

irrigado por ramas originadas desde la coronaria derecha antes del nacimiento de la arteria del margen agudo o marginal. En consecuencia, una obstrucción significativa de la coronaria derecha proximal (antes de la marginal) puede ocasionar un flujo sanguíneo inadecuado de la pared libre del VD, y deprimir la FE del mismo durante el esfuerzo. En nuestro caso, la presencia de lesiones proximales de la CD fue significativamente mayor en los pacientes con caída de la FE del VD (Grupo III A y B) que en aquellos coronarios que no presentaron tal

descenso (Grupo II) (73,1% vs 17%, $P < 0,001$).

Creemos pertinente ahora referirnos a algunas características de nuestros grupos patológicos en particular.

Grupo III A (pacientes coronarios con caída de la FE del VD solamente). Tal vez representa el mejor ejemplo en cuanto a lesiones altas de la coronaria derecha, no sólo por demostrar claramente que un episodio isquémico (angor y ST) provocado durante el ejercicio puede acompañarse de una respuesta normal de la FE del VI, sino también por indicar que la caída

de la FE del VD se encuentra estrechamente relacionada con la presencia de lesión alta de la CD en casi todos los casos (10/11, 91%). Además, la detección de MRA del VD en el 91% de los pacientes se constituye en un importante elemento predictivo de la respuesta isquémica en el VD.

Merecen un análisis particular las respuestas discordantes de ambos ventrículos en este grupo, así como la relación con las lesiones proximales de la coronaria derecha y la significativa incidencia de infartos diafragmáticos. En tal sentido, pueden plantearse tres posibilidades:

a) En primer lugar, puede suceder que en el curso de un infarto diafragmático de ventrículo izquierdo se encuentre comprometida una extensión del ventrículo derecho, afectando su reserva contráctil. El paciente 47 presentó, en los seis meses previos al estudio, un infarto de miocardio predominante del VD, diagnosticado por angiografía isotópica; el paciente 45 presentó MRA del VD en el examen basal, que hace suponer un compromiso regional previo de esa cavidad. Sin embargo, exceptuando estos dos pacientes, en los restantes no hubo evidencias de un posible infarto de ventrículo derecho; además, habla en contra de esta hipótesis la ausencia de alteraciones de la FE basal del VD, que los diferenciara del grupo normal.

b) La segunda alternativa sería que el infarto diafragmático nada tenga que ver con el VD y sí con el VI. Para explicar la caída selectiva de la FE del VD con el esfuerzo, sin caída concomitante de la FE del VI, habría que suponer una lesión alta de la CD, con un infarto en su territorio distal y una zona potencialmente isquémica en la zona de influencia proximal; presumiblemente, con el ejercicio, no se afecte el territorio infartado (ventrículo izquierdo), y sí el isquémico (ventrículo derecho).

c) Finalmente, la tercera opción tendría que aceptar una importante circulación colateral heterocoronaria a través del septum interventricular, que pudiera compensar la claudicación de la descendente posterior de la coronaria derecha (que irriga al VI), y fuese insuficiente para suplir el territorio correspondiente a la CD por arriba de la marginal. El estudio del paciente 45 (Fig. 9) sugiere la posibilidad de

tal mecanismo.

Grupo III B. La caída simultánea de la FE de ambos ventrículos durante el ejercicio plantea también el análisis de tres posibles mecanismos:

a) Sabemos que el VD y el VI funcionan como bombas en serie. Por lo tanto, alteraciones de la función del VD durante el ejercicio bien pueden ser secundarias a una disfunción del VI. Sharma y colaboradores²⁴ demostraron, en pacientes coronarios, un notable incremento de la presión de fin de diástole durante el ejercicio supino con bicicleta ergométrica; el resultado final sería un aumento de la postcarga del VD, con la consiguiente depresión de la FE. Recalquemos, en tal sentido, que el hallazgo más notorio en nuestro Grupo III B es su significativa diferencia con los demás grupos en cuanto a la extensión y severidad de la enfermedad coronaria (lesiones de tres vasos y tronco), explicando, posiblemente, el aumento de la postcarga del VD con el esfuerzo.

b) El segundo mecanismo en juego podría corresponder al septum interventricular, cuya alteración isquémica, por el hecho de completar la anatomía del VD, podría deprimir la FE del mismo; en tal sentido, es de señalar que Brooks y colaboradores²⁵ demostraron la aparición de disfunción del VD al provocar un infarto anteroseptal en cerdos. Sin embargo, en el 91,6% (11/12) de nuestros pacientes con lesión única de la DA y 2 con lesiones de DA y CX no dominante (24 y 40) no hubo caída de la FE del VD. El enfermo restante (Nº 60) presentó un aneurisma de la punta del VD y del VI, probablemente por isquemia de la DA distal, cuyas ramas ventriculares derechas irrigan ocasionalmente la zona del tracto de salida del VD.

c) El tercer mecanismo a considerar sería una lesión proximal de la CD, responsable de la irrigación de la pared libre del VD; si bien la prevalencia de lesiones de la CD proximal es menor que en el subgrupo III A, es aún significativamente mayor que la del grupo sin caída de la FE del VD, o Grupo II (60% vs 17%, $P < 0,05$), hecho que sugiere un origen primario de la isquemia del VD. Otro aporte en el mismo sentido es la concordancia entre las lesiones de

la CD y la presencia de MRA del VD (8/9 pacientes, 88%), señalando la coincidencia de las lesiones de la CD y la respuesta isquémica en este grupo.

Nuestra impresión definitiva es la de una interrelación entre el incremento de la postcarga del VD, debida a un VI severamente comprometido, y la respuesta isquémica de la pared libre del VD por lesión proximal de la coronaria derecha. Esta presunción tiene el apoyo experimental de Brooks y colaboradores,²⁶ a través de la ligadura de la CD proximal en perros; midiendo la función ventricular derecha, observaron que la claudicación del ventrículo ocurría a niveles de stress inferiores a los habituales, cuando a éstos se les agregaba un aumento progresivo de la postcarga.

Grupo II. Corresponde al cuadro clásico de caída de la FE del VI durante la respuesta isquémica al ejercicio. Es de notar que la FE del VD respondió en forma similar al grupo control, debido a la baja prevalencia de lesiones proximales de la CD en este grupo, así como a una menor severidad de la cardiopatía isquémica.

Queda planteada la duda frente a algunos pacientes de este grupo con lesiones de tres vasos y proximales de la CD, y que sin embargo no tienen caída de la FE del VD. Habría que suponer que no existió isquemia del ventrículo derecho (paciente 53), o que en algunos casos existió tan sólo un grado menor de isquemia, que alcanzó únicamente a provocar alteraciones segmentarias a nivel de la pared del VD (pacientes 17, 29 y 36). La ausencia de una depresión global de la función de dicho ventrículo se puede explicar por los distintos grados de severidad (% de obstrucción) en los tres territorios coronarios importantes; funcionalmente, ello genera distintos niveles de posibilidad de isquemia. La PEG se detecta por síntomas o signos que pueden corresponder al territorio coronario más comprometido, eventualmente no relacionado con el VD, y, por lo tanto, antes de llegar a un deterioro manifiesto de la función de esta cavidad.

En resumen, la FE de ambos ventrículos se incrementa durante el ejercicio en pacientes

normales. La respuesta biventricular discordante, con caída selectiva de la FE y MRA a nivel del VD es altamente predictiva de lesión proximal de la coronaria derecha. Por el contrario, una isquemia inducida por el esfuerzo en un paciente coronario con respuesta normal de la FE del VD, orienta hacia una baja probabilidad de lesión proximal de la CD. Finalmente, la respuesta concordante de ambos ventrículos, expresada por la caída coincidente de ambas fracciones de eyección durante el esfuerzo, es altamente predictiva de gran extensión y severidad de la enfermedad coronaria; la presencia asociada de MRA del VD indica una patología concomitante de la CD proximal.

SCINTIGRAPHIC ASSESSMENT OF RIGHT VENTRICULAR FUNCTION IN NORMAL SUBJECTS AND CORONARY PATIENTS

In order to investigate the value of a semi-automatic scintigraphic method for the assessment of right ventricular function, and its usefulness in the joint evaluation of biventricular performance during exercise in normals and coronary subjects, 67 patients (11 normals and 56 with coronary heart disease) were studied; all of them were also submitted to cinecoronariography. The radionuclide evaluation was performed by the multigate equilibrium method, with semiautomated processing (manual delimitation of the right ventricle -RV- at the end of diastole and automatic correction of the heart silhouette during the whole cycle). The regional movements (RM) of the RV were analyzed by superposing the end-diastolic and end-systolic contours. Basal normal value of the RV ejection fraction (EF) was established as $48,2 \pm 10,3\%$ ($\bar{X} \pm 2SD$), and was validated by an excellent intra and inter-observer agreement ($r = 0,98$ and $r = 0,96$, respectively). The analysis of the responses of both ventricles to stress, as well as of the RM of the RV, defined the following groups: Gr. I, normal subjects ($n = 11$), with a normal response of both right and left ventricle (LV); Gr. II ($n = 30$), with a decrease of LV EF ($55,9 \pm 13,3$ to $48,9 \pm 17,1\%$, $P: NS$) and a

normal behaviour of the RV EF ($51,9 \pm 6,9$ to $71,6 \pm 7,9\%$, $P < 0,001$). Group III, with a fall of the RV EF, was divided in two subgroups: Gr. III A ($n = 11$), with a normal response to stress of the LV EF ($65,3 \pm 8,4$ to $79,2 \pm 6,2\%$, $P < 0,001$), and a descent of the RV EF ($56,4 \pm 14,9$ to $50,6 \pm 10,9\%$, P : NS), and Gr. III B ($n = 15$), with a simultaneous decrease of the left ($47,6 \pm 17,2$ to $42,2 \pm 19,5\%$, P : NS) and right ejection fractions ($54,9 \pm 14,9$ to $44,1 \pm 15,3\%$, $P < 0,01$). No abnormal RM were observed in the control group, and their major prevalence was noticed in patients with a descent of the RV EF at stress (Gr. III A vs Gr. II - 91% vs 10%, $P < 0,001$; Gr. III B vs Gr. II - 60% vs 10%, $P < 0,01$). The coronariographic study disclosed a proximal lesion of the right coronary artery in 91% (10/11) of the patients in Gr. III A, at difference with Gr. II (5/30, 17% - $P < 0,001$); in its turn, this last group offered a significant difference with Gr. III B (9/15, 60% - $P < 0,05$). Gr. III B, besides including 3 patients with left main trunk stenoses, had a significantly higher proportion of 3-vessels disease as compared with Gr. II (93% vs 57%, $P < 0,005$). We conclude that: 1) the scintigraphic study of the right ventricular ejection fraction is a useful and reliable method; 2) it allows the assessment of significant lesions of the right coronary artery; 3) it contributes to the global interpretation of the responses to stress of both ventricles, and 4) the regional movements of the right ventricle differentiate the ischemic response of coronary patients from the normal behaviour.

AGRADECIMIENTO

Se agradece la asistencia técnica de Alicia Liberatori y María L. Gómez Leite.

BIBLIOGRAFIA

- Burow RD, Strauss HW, Singleton R, Pond M, Rehn T, Bailey IK, Griffith LC, Nickoloff E, Pitt B: Analysis of left ventricular function from multiple gated acquisition cardiac blood pool imaging. *Circulation* 56: 1024, 1977.
- Folland ED, Hamilton GW, Larson SM, Kennedy JW, Williams DL, Ritchie JL: The radionuclide ejection fraction: a comparison of three radionuclide techniques with contrast angiography. *J Nucl Med* 18: 1159, 1977.
- Maddahi J, Berman D, Silverberg R, Charuzi Y, Buchbinder N, Gray R, Waxman A, Vas R, Shah PK, Swan HJC, Forrester J: Validation of a 2-minute technique for multiple gated scintigraphic assessment of left ventricular ejection fraction and regional wall motion (abstr). *J Nucl Med* 19: 669, 1978.
- Borer JS, Bacharach SL, Green MV, Kent KM, Epstein SE, Johnston GS: Realtime radionuclide cineangiography in the non-invasive evaluation of global and regional left ventricular function at rest and during exercise in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med* 296: 839, 1977.
- Pfisterer M, Schuler G, Ricci D, Swanson S, Gordon D, Slutsky R, Peterson K, Ashburn W: Profiles of left ventricular ejection fraction by equilibrium radionuclide angiography during exercise and in the recovery period in normals and patients with CAD (abstr). *J Nucl Med* 19: 710, 1978.
- Berman D, Maddahi J, Charuzi Y, Gray R, Waxman A, Silverberg R, Vas R, Swan HJC, Diamond G, Forrester J: Regional and global left ventricular function during sitting bicycle exercise: assessment of coronary disease by multiple gated equilibrium scintigraphy (abstr). *Circulation* 58 (Suppl II) II: 25, 1978.
- Rerych SK, Scholz PM, Newman GE, Sabiston DC, Jones RH: Cardiac function at rest and during exercise in normals and in patients with coronary heart disease. *Ann Surg* 187: 449, 1978.
- Maddahi J, Berman D, Matsuoka D, Waxman A, Stankus K, Forrester J, Swan HJC: A new technique for assessment of the right ventricular ejection fraction using rapid multiple-gated equilibrium cardiac blood pool scintigraphy: description, validation and findings in chronic coronary artery disease. *Circulation* 60: 581, 1979.
- Maddahi J, Berman D, Matsuoka D, Charuzi Y, Waxman A, Gray R, Swan HJC, Forrester J: Right ventricular ejection fraction during exercise in normals and coronary artery disease assessment by multiple gated equilibrium scintigraphy. *Circulation* 62: 133, 1980.
- Slutsky R, Hooper W, Gerber K, Battler A, Froelicher V, Ashburn W, Karliner J: Assessment of right ventricular function at rest and during exercise in patients with coronary heart disease: a new approach using equilibrium radionuclide angiography. *Am J Cardiol* 45: 63, 1980.
- Johnson LL, McCarthy D, Scianca R, Cabot C, Rudin B, Cannon PJ: Right ventricular ejection fraction during exercise in patients with coronary artery disease. *Circulation* 60: 1284, 1979.
- Berger HJ, Johnston DE, Sands MJ, Gottschalk A, Zaret BL: First pass radionuclide assessment of right ventricular performance during exercise in coronary artery disease: relationship to left ventricular reserve and right coronary stenosis (abstr). *Circulation* 58 (Suppl II): II-133, 1978.
- Fisher EA, DuBrow I, Hastreiter AR: Right ventricular volume in congenital heart disease. *Am J Cardiol* 36: 67, 1975.
- Ferlinz J, Gorlin R, Cohn PF, Herman MV: Right ventricular performance in patients with coronary artery disease. *Circulation* 52: 608, 1975.
- Arcilla RA, Tsai P, Thilenius O et al: Angiographic method for volume estimation of right and left ventricles. *Chest* 60: 446, 1971.
- Thilenius O, Arcilla RA: Angiographic right and left ventricular volume determination in normal infants and children.

- Pediatric Res* 8: 67, 1974.
17. Graham TP, Jarmakani JM, Atwood GF, Canent RV: Right ventricular volume determination in children: normal values and observations with volume and pressure overload. *Circulation* 47: 144, 1973.
 18. Gentzler R, Briselli M, Gault J: Angiographic estimation of right ventricular volume in man. *Circulation* 50: 324, 1974.
 19. Garber AV, Ardid MI, Pérez R, Grinfeld L, Goldberg D, Aptecar M: Determinación automática de la silueta cardíaca: su valor en el estudio de la función ventricular por cámara gamma. 2a. Reunión Científica de la S.A.C., 28/V/81.
 20. Pérez R, Garber AV, Grinfeld L, Goldberg D, Aptecar M: Estudio centellográfico de la función ventricular derecha durante el esfuerzo en pacientes coronarios. 5a. Reunión Científica de la S.A.C., 27/VIII/81.
 21. Berger HJ, Matthay RA, Loke J, Marshall RC, Gottschalk A, Zaret BL: Assessment of cardiac performance with quantitative radionuclide angiocardiology: right ventricular ejection fraction with reference to findings in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Cardiol* 41: 897, 1978.
 22. Feigenbaum H: *Echocardiography*, 2nd ed, pp 268-270. Lea & Febiger, Philadelphia, 1976.
 23. James TN: *Anatomy of the coronary arteries*, pp 162-173. Harper & Row, New York, 1961.
 24. Sharma B, Goodwin JF, Raphael MF, Steiner RE, Rainbow RG, Taylor SH: Left ventricular angiography on exercise: a new method of assessing left ventricular function in ischemic heart disease. *Br Heart J* 38: 59, 1976.
 25. Brooks H, Holland R, Al-Sadir J: Right ventricular performance during ischemia: an anatomic and hemodynamic analysis. *Am J Physiol* 233: 400, 1977.
 26. Brooks H, Kirk ES, Vokonas PS, Urschel CW, Sonnenblick EH: Performance of the right ventricle under stress: relation to right coronary flow. *J Clin Invest* 50: 2176, 1971.