

Modificaciones del volumen ventricular izquierdo por la inyección de sustancia de contraste durante la angiocardiógrafa selectiva

RICARDO J. ESPER
MONICA CAPRARELLA*
EZIO ZUFFARDI
LUIS M. DE LA FUENTE
Servicio de Cardiología del
Hospital Militar Central y
Departamento Cardiopulmonar
del Sanatorio Güemes,
Buenos Aires

* Para optar a Miembro Titular de la
Sociedad Argentina de Cardiología.

El propósito del presente trabajo fue evaluar, por medio de la ecocardiografía en modo M, las modificaciones inmediatas de los volúmenes ventriculares que pudiera producir la inyección de la sustancia de contraste en el ventrículo izquierdo (VI) durante la realización de la angiocardiógrafa selectiva del mismo. Veinte pacientes de ambos sexos, con edad promedio de 46,3 años (\pm error estándar 2,4, límites 30-68), de los cuales 10 padecían de coronariopatías sin valvulopatías, 6 de valvulopatías aórticas y 4 mitrales, fueron sometidos a cateterismo izquierdo y se les realizó un eco en modo M explorando el VI en forma continuada antes, durante y después de la inyección de un promedio de 33 cc (\pm 1,2, límites 20-40) de sustancia de contraste en un tiempo de 2,5 segundos. De esta manera se obtuvieron tres tipos de resultados: 1, basales (B); 2, durante la inyección (Iy) y 3, postinyección (PIy). En 11 casos la frecuencia cardíaca no se modificó durante toda la experiencia (grupo I), mientras que en los 9 restantes se incrementó durante la Iy ($p < 0,001$) por la maniobra de Valsalva involuntaria que realizaron los pacientes, retornando a los valores previos durante la PIy (grupo II). En el grupo I, durante la Iy, el diámetro diastólico del VI aumentó de $53,5 \pm 1,7$ a $54,9 \pm 1,6$ mm ($p = 0,70$), mientras que el diámetro sistólico y la fracción de acortamiento no se modificaron. En el grupo II, durante la Iy el diámetro diastólico disminuyó de $59,5 \pm 1,8$ a $55,6 \pm 2,0$ mm ($p < 0,001$), el diámetro sistólico no se modificó y la fracción de acortamiento se redujo de $34,8 \pm 0,8\%$ a $31,5 \pm 1,4\%$ ($p < 0,05$). En todos los casos los valores retornaron a los niveles previos durante la PIy. Para deslindar influencias del estado contráctil del VI se dividieron los pacientes según la fracción de acortamiento fuera menor o mayor del 33%, observándose nuevamente que las diferencias significativas surgían sólo en los pacientes que incrementaron su frecuencia cardíaca. Se concluye que la maniobra de Valsalva involuntaria que realizan los pacientes durante la Iy taquicardiza y reduce los volúmenes ventriculares, fenómeno a tener en cuenta para la realización de estudios comparativos intra o interindividuales. Además el volumen inyectado incrementa los diámetros del VI aunque en la presente muestra no alcanzó niveles estadísticamente significativos y, probablemente, en pacientes con ventrículos pequeños resulte de importancia.

Dirección postal:
Arcos 2400
(1428) Buenos Aires
Argentina

La angiografía selectiva es considerada en el momento actual como

uno de los métodos más precisos para cuantificar los volúmenes ventriculares y la fracción de eyección del ventrículo izquierdo, utilizándose como referencia para evaluar todas las demás técnicas que intentan estas mediciones.^{1,2} Sin embargo han habido controversias acerca del efecto inmediato que pudiera ejercer la inyección de la sustancia de contraste al incrementar bruscamente la precarga y modificar con ello los volúmenes ventriculares y la fracción de eyección y, por lo tanto, la apreciación de la función ventricular izquierda.³⁻⁹

Muchos intentos se han realizado para dilucidar este problema, observándose resultados no siempre concordantes.³⁻¹² Una de las dificultades en el humano era no contar con un método que permitiera cuantificar el volumen de la cavidad ventricular izquierda en los latidos previos a la inyección de la sustancia de contraste y en los inmediatos posteriores. Recientemente la ecocardiografía en modo M, una técnica incruenta y repetible, ha demostrado ampliamente su capacidad para detectar pequeños e inmediatos cambios en las dimensiones del ventrículo izquierdo producidos por modificaciones de la precarga o la postcarga, ya sea durante la respiración normal,¹³ por maniobras respiratorias,^{14,15} por ejercicio isométrico o ergométrico,^{16,17} por la utilización de fármacos,^{18,19} y hasta por cambios agudos producidos por la cirugía.^{20,21}

El propósito del presente trabajo fue evaluar, por medio de la ecocardiografía en modo M, las modificaciones inmediatas de los volúmenes ventriculares que pudiera producir la inyección de sustancia de contraste en el ventrículo izquierdo durante la realización de la angiocardiógrafa selectiva del mismo, considerados en base a las variaciones de los diámetros ecocardiográficos cuyo comportamiento es semejante al de los volúmenes.

MATERIAL Y METODOS

Fueron estudiados 20 pacientes de raza blanca, 16 varones y 4 mujeres, con edad promedio de 46,3 años (\pm error estándar 2,4, límites 30-68), de los cuales 10 padecían de diversas formas de coronariopatías sin valvulopatías, 6 de valvulopatías aórticas de diversas etiologías con este-

nosis, insuficiencia y combinadas, y 4 con valvulopatías mitrales de etiología reumática con estenosis e insuficiencia. A todos se les sometió a cateterismo cardíaco diagnóstico con técnica habitual,²² llegándose a ventrículo izquierdo en forma retrógrada por la arteria humeral derecha y realizándose la inyección de entre 20 y 40 cm³ de sustancia de contraste (promedio 33 cm³; \pm 1,2 cm³) en 2,5 seg, es decir, a una velocidad promedio de 13,2 cm³/seg.

Los registros ecocardiográficos en modo M fueron realizados siempre por el mismo operador con un equipo disponible comercialmente con registrador fibroóptico a una velocidad de 50 mm/seg, utilizándose un transductor de 13 mm de diámetro y 2,25 MHz focalizado en 10 cm. Los pacientes se colocaron en una posición decúbito lateral izquierdo intermedia (alrededor de 45 grados) que permitiera obtener simultáneamente el ecocardiograma en modo M y el ventriculograma izquierdo en posición oblicua anterior derecha.

Primeramente se realizó una exploración ecocardiográfica completa del ventrículo izquierdo desde el área paraesternal izquierda, ubicando el transductor en el espacio intercostal estándar,²³ enfocando finalmente la cavidad ventricular por debajo de las valvas de la mitral y antes de los músculos papilares, teniendo la precaución de lograr una visualización satisfactoria y simultánea del endocardio de la pared posterior libre del ventrículo izquierdo y del endocardio izquierdo del tabique interventricular. En esa posición se realizó un registro en forma continuada durante no menos de 20 latidos previos a la inyección de la sustancia de contraste, continuándose sin interrupción durante la inyección de la misma y hasta por lo menos 20 latidos después de finalizada. Simultáneamente se registró una derivación electrocardiográfica junto al ecocardiograma. Fueron desechados los pacientes que no permitieron trazados satisfactorios o que presentaron extrasistolia o cualquier otra arritmia durante la realización de la inyección. Todos los pacientes tenían ritmo sinusal en el momento del estudio.

Se consideraron las siguientes variables:

1) *Frecuencia cardíaca* (FC): Tomada del

registro electrocardiográfico.

- 2) *Diámetro diastólico del ventrículo izquierdo* (DD): Medido a nivel del comienzo del complejo QRS del electrocardiograma, desde el endocardio izquierdo del septum interventricular hasta el endocardio de la pared posterior libre del ventrículo izquierdo, por debajo de la válvula mitral y antes de los músculos papilares.²⁴
- 3) *Diámetro sistólico del ventrículo izquierdo* (DS): Considerado como la menor distancia entre endocardio izquierdo del septum interventricular y endocardio de pared posterior libre de ventrículo izquierdo al final de la sístole.²⁴
- 4) *Fracción de acortamiento del ventrículo izquierdo* (FA): Calculada en porcentaje de acortamiento del DD al final de la sístole por la fórmula:

$$\frac{DD - DS}{DD} \times 100$$

Las mediciones se realizaron en todos los casos sobre por lo menos los 10 latidos previos a la inyección de la substancia de contraste y en todos los latidos posteriores hasta los 10 siguientes a la desaparición de la substancia de contraste. De esta manera se obtuvieron tres tipos de resultados:

1. Los del estado previo a la inyección, que se podría denominar basal (*B*).
2. Los considerados durante la inyección de la substancia de contraste (*Iy*).
3. Los observados en el período posterior a la desaparición de la substancia de contraste: postinyección (*PIy*).

Análisis estadístico

Los valores individuales de cada variable fueron analizados entre sí y entre grupos por el test "t" de Student, considerándose significativa toda muestra con $p < 0,05$.^{25,26}

Los valores se describen en los resultados como la media aritmética \pm el error estándar.

RESULTADOS

El fenómeno de cavitación que provoca el aspirar con la jeringa la substancia de contraste pro-

duce microburbujas de aire que son ecorrefractarias y aparecen como sombras en el trazado ecocardiográfico, permitiendo señalar el comienzo y el final de la inyección. Considerando la totalidad de los casos, las sombras ecorrefractarias se mantuvieron por $3,55 \pm e.e. 0,21$ latidos (límites 2-5 latidos). Los valores de los parámetros considerados en el presente estudio prácticamente fueron constantes en los 10 latidos del período basal y, cuando hubo alguna diferencia, se promediaron los resultados. En los casos en que se modificaron durante la *Iy* se tomaron los valores extremos, que por lo general coincidieron con el primer o segundo latido después de aparecer las sombras que indicaban la entrada de la substancia de contraste en el ventrículo izquierdo. En cuanto a los valores del período *PIy*, se obtuvieron desde un latido después de desaparecer las sombras ecorrefractarias, es decir, a un promedio de aproximadamente 5 latidos ($3,55 + 1$) desde su aparición. En general los valores de los 10 latidos del período *PIy* fueron semejantes y, como en el caso del período *B*, cuando hubo alguna diferencia se promediaron los resultados.

Como se mencionó anteriormente, cuando se observaron diferencias en los parámetros considerados en los 10 latidos, tanto en el período *B* como en el *PIy*, se promediaron los valores, pero en ningún momento estas variaciones fueron de magnitud semejante a las determinadas entre estos períodos y el de *Iy*.

Frecuencia cardíaca (FC)

Considerando la totalidad de los casos, la FC aumentó de $81,6 \pm 0,9$ latidos/min en el período *B* a $85,6 \pm 1,2$ latidos/min durante la *Iy* con diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,001$), retornando a los valores *B* en el período *PIy* (Fig. 1).

Sin embargo sólo 9 de los pacientes tuvieron un aumento de la FC durante la *Iy*, mientras que los 11 restantes no modificaron la FC durante toda la experiencia. Como es sabido, la FC determina la duración de la diástole y por lo tanto el llenado ventricular,²⁷ causa por la cual se dividieron los resultados en dos grupos:

Grupo I, constituido por 11 pacientes en los

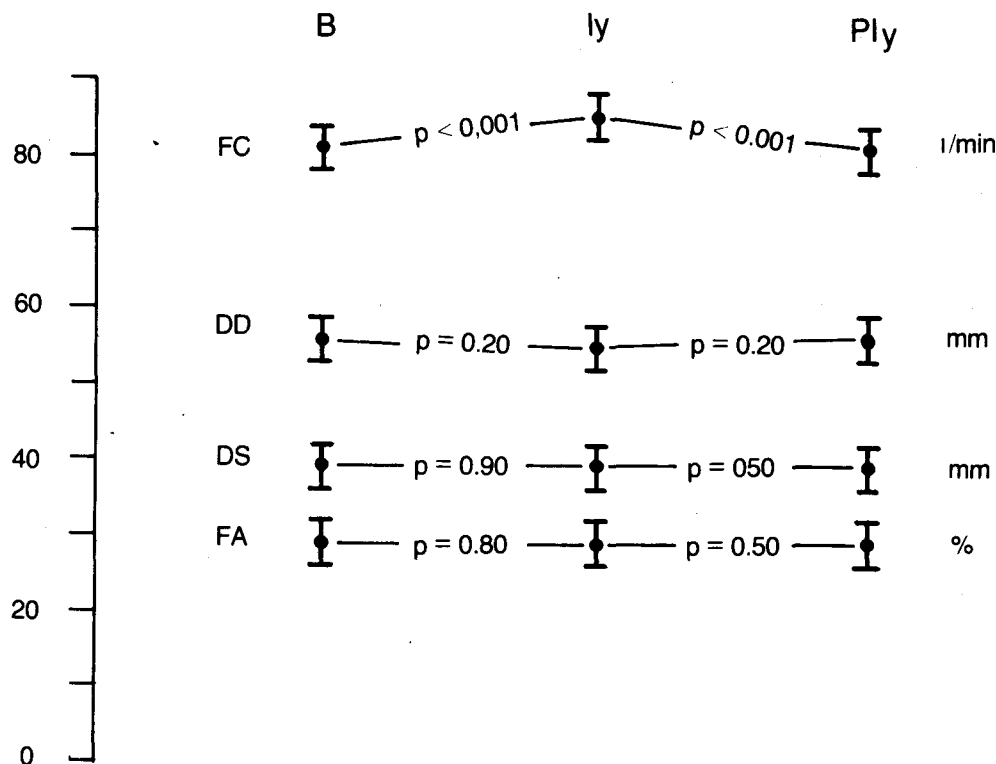


Fig. 1. Valores promedio y desvíos estándar de la frecuencia cardíaca en latidos por minuto (FC), diámetro diastólico del ventrículo izquierdo en milímetros (DD), diámetro sistólico del ventrículo izquierdo en milímetros (DS) y fracción de acortamiento (FA) en por ciento, durante los períodos basal (B), durante la inyección (Iy) y postinyección (PIy).

que no se modificó la FC en toda la experiencia.

Grupo II, integrado por 9 pacientes en los que la FC se incrementó significativamente durante la Iy, retornando a los valores basales en el período PIy.

Diámetro diastólico del ventrículo izquierdo (DD)

Tomada la totalidad de los casos estudiados, no se observó modificación significativa de la dimensión del DD durante la Iy o en el período PIy (Fig. 1). En el grupo I, integrado por los 11 pacientes que no modificaron su FC, el DD se incrementó de $53,5 \pm 1,7$ mm en el período B a $54,9 \pm 1,6$ mm durante la Iy, diferencia que no demostró ser estadísticamente significativa ($p = 0,70$), retornando a $53,8 \pm 1,6$ mm en el PIy, valor prácticamente igual al del período B (Fig. 2). Por el contrario, el grupo II, de 9 pacientes donde aumentó la FC, el DD disminuyó

de $59,5 \pm 1,8$ mm en el período B a $55,6 \pm 2,0$ durante la Iy ($p < 0,001$), retornando a $59,4 \pm 1,7$ mm en el PIy, resultado sin diferencia significativa respecto del basal ($p = 0,40$) (Fig. 3).

Diámetro sistólico del ventrículo izquierdo (DS)

Tanto los pacientes del grupo I como los del grupo II no modificaron el DS durante la Iy o en el PIy en forma estadísticamente significativa (Figs. 2 y 3).

Fracción de acortamiento del ventrículo izquierdo (FA)

Evaluando la totalidad de los casos, la FA no sufrió variaciones de significación estadística (Fig. 1). Lo mismo se observó analizando el grupo I aisladamente. Por el contrario, en el grupo II hubo una disminución de la FA de $34,8 \pm 0,8\%$ en el período B a $31,5 \pm 1,4\%$ durante la Iy ($p < 0,05$), retornando a $35,8 \pm$

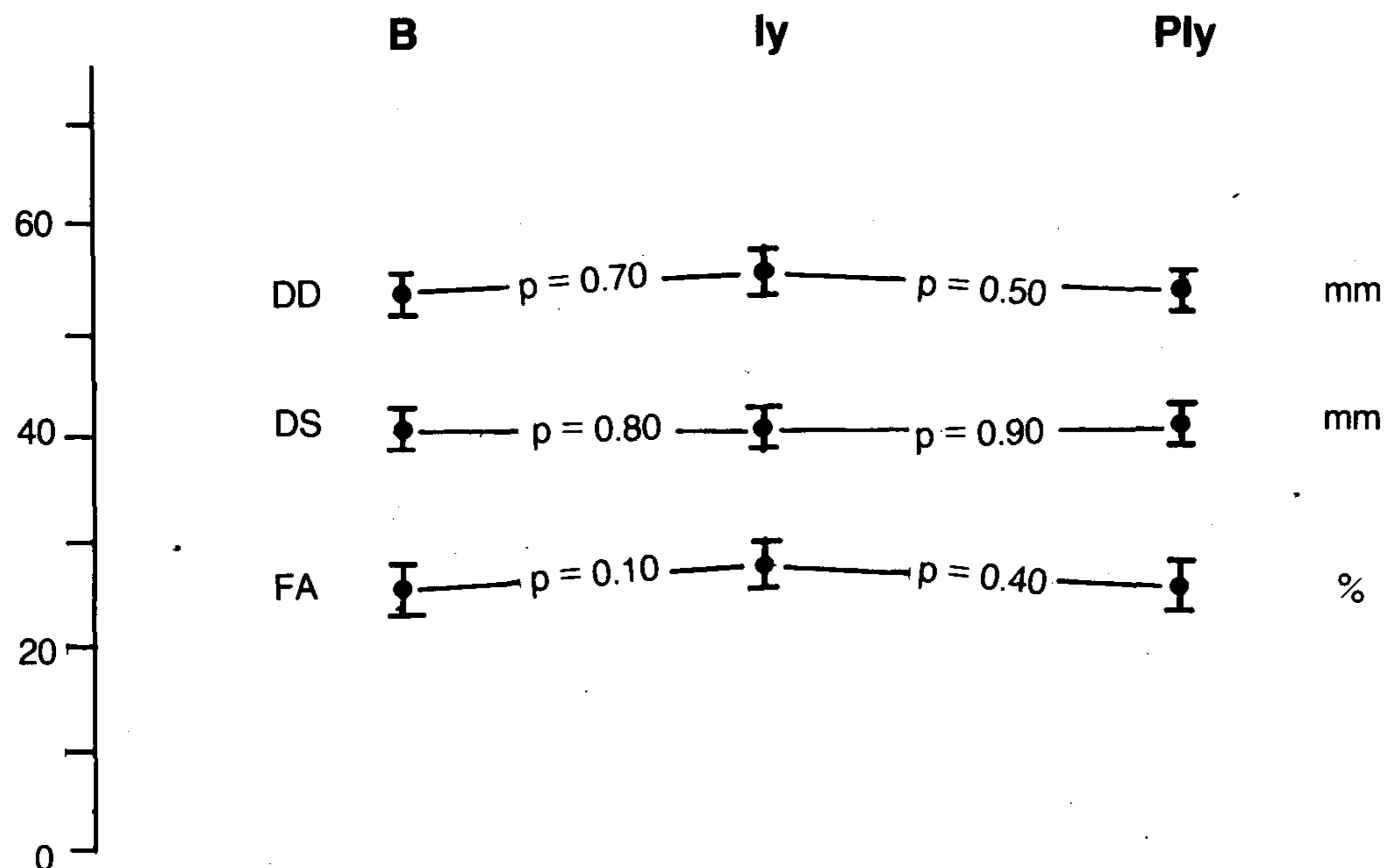


Fig. 2. Valores promedios y desvíos estándar en los pacientes del grupo I, es decir, los que no modificaron su frecuencia cardíaca durante la inyección. Diámetros diastólico (DD) y sistólico (DS) del ventrículo izquierdo en milímetros y fracción de acortamiento (FA) en por ciento.

1,1% en el *PIy*, valor este último semejante al *B* ($p = 0,60$), pero también diferente del *Iy* en forma significativa ($p < 0,02$) (Figs. 2 y 3).

Comparación de los distintos parámetros entre los grupos I y II

Tanto las dimensiones del DD como del DS no se diferenciaron significativamente entre ambos grupos en ninguno de los tres períodos: *B*, *Iy* o *PIy*. Por el contrario, la FA varió en forma estadísticamente significativa ($p < 0,02$) comparando entre sí los períodos *B* y *PIy*, no así comparando los valores de los grupos I y II durante la *Iy* ($p = 0,30$). Este hallazgo llevó a dividir al total de los pacientes según la FA fuera menor o mayor del 33%, cifra considerada como límite de normalidad de la FA ecocardiográfica según los valores promedios establecidos por los autores para su metodología de trabajo. De esta manera se constituyeron dos grupos: el X, compuesto de 11 casos con FA menor que el 33%, y el Z, integrado por 9 pacientes, con FA de 33% o mayor (Figs. 4 y 5).

Comparación de los distintos parámetros entre los grupos X y Z

Los DD del grupo X tuvieron un valor promedio de $59,5 \pm 2,4$ mm contra $52,2 \pm 2,2$ mm del grupo Z ($p < 0,05$).

Los DS del grupo X también fueron mayores: $45,6 \pm 2,1$ mm, que en el grupo Z: $33,0 \pm 1,5$ mm ($p < 0,001$).

Las FC de ambos grupos fueron semejantes ($p = 0,90$).

Considerando las variaciones que sufrieron estos grupos durante la experiencia, se observó que no sufrieron modificación estadísticamente significativa de la dimensión de los DD y DS durante la *Iy* o la *PIy* respecto de los valores *B*. En cambio, en ambos grupos varió la FC, aumentando con la *Iy* en forma significativa, retornando a valores semejantes a *B* en el *PIy*. El grupo X elevó la FC de $82,5 \pm 1,4$ l/m a $85,5 \pm 1,9$ l/m ($p < 0,02$) y el Z de $80,4 \pm 1,1$ l/m a $85,7 \pm 16,1$ l/m ($p < 0,01$) (Figs. 4 y 5).

DISCUSION

La inyección de sustancias de contraste radio-

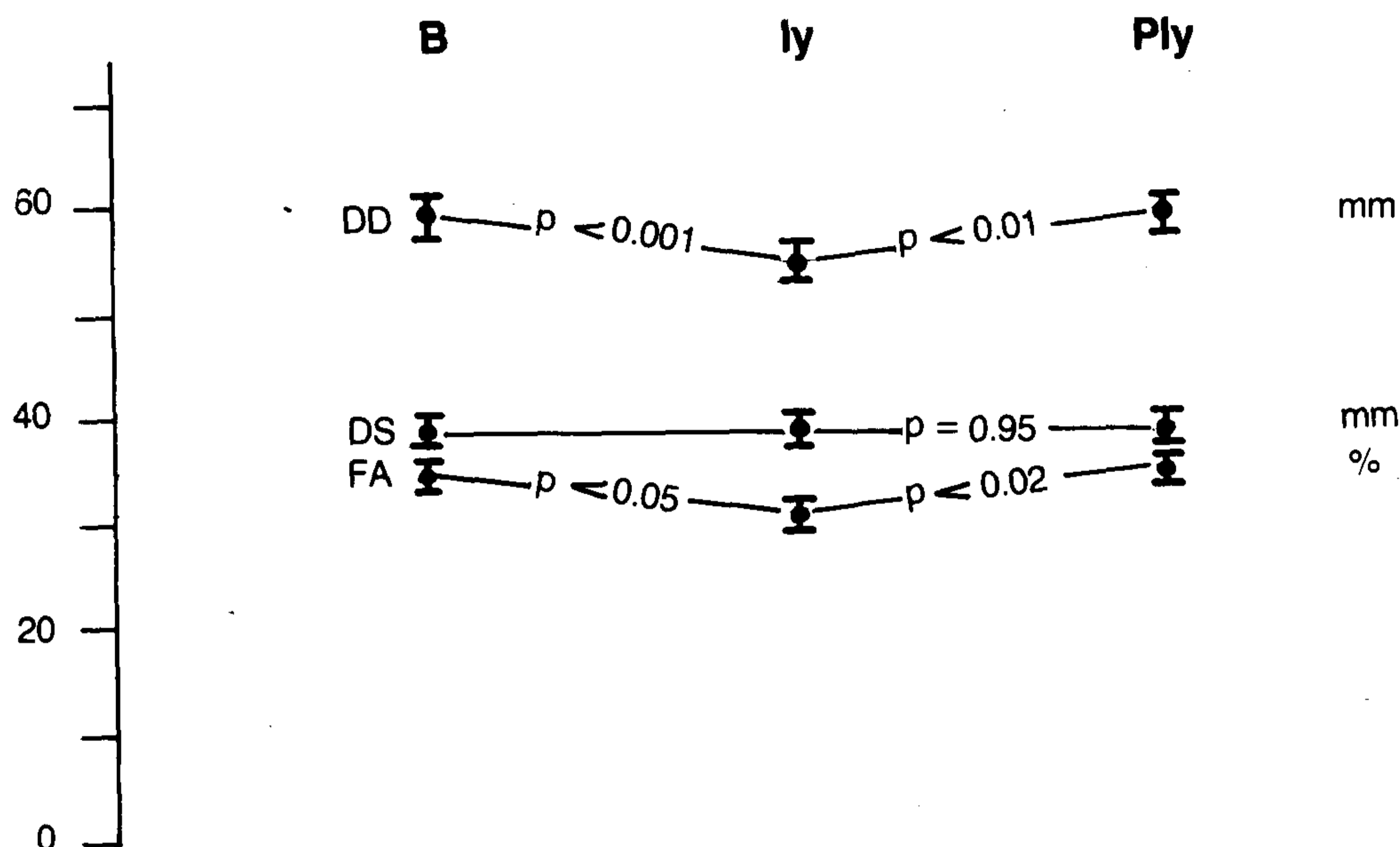


Fig. 3. Valores promedios y desvíos estándar en los pacientes del grupo II, es decir, los que aumentaron su frecuencia cardíaca durante la inyección. Diámetros diastólico (DD) y sistólico (DS) del ventrículo izquierdo en milímetros y fracción de acortamiento (FA) en por ciento.

opacas en la cavidad ventricular izquierda puede producir un aumento de la presión de fin de diástole ventricular, vasodilatación periférica y posterior expansión del volumen intravascular por su hiperosmolaridad.¹² Además le ha sido atribuido un efecto depresor miocárdico que se evidencia precozmente²⁸ y que también se observa con la inyección selectiva en las coronarias.²⁹ Pero aún existen controversias respecto del inmediato aumento de la precarga que significa la entrada brusca de un volumen líquido que puede llegar a ser el 50% del gasto sistólico en un tiempo equivalente a dos o tres latidos. Probablemente la inexistencia de un método eficaz para medir los volúmenes ventriculares en los latidos previos o posteriores a la inyección de la sustancia de contraste, hace que la mayoría de las experiencias se basen en las variaciones que se observan entre los latidos durante la inyección. Hammermeister y colaboradores¹² refieren no haber detectado cambios significativos en los volúmenes ventriculares pero sí un aumento de la presión telediastólica del ventrículo izquierdo durante los 3 a 5 ciclos que dura la

inyección, mientras que Carleton⁹ refiere un incremento de los volúmenes diastólico y sistólico desde el segundo o tercer latido después del comienzo de la inyección, que es progresivo hasta el quinto latido, y que atribuye a un efecto depresor sobre el miocardio. Hallerman y colaboradores³ también refieren un aumento de los volúmenes ventriculares por la sustancia de contraste, y Vine y colaboradores,^{7,8} utilizando clips pericárdicos radioopacos, lo niegan. Todas estas experiencias fueron realizadas inyectando aproximadamente entre 0,75 y 1 ml de sustancia radioopaca por kg de peso, volúmenes marcadamente mayores que los utilizados en la presente experiencia. Los equipos últimamente desarrollados permiten que con menor cantidad de sustancia de contraste se pueda teñir convenientemente el ventrículo izquierdo y obtener imágenes de alta calidad diagnóstica, con la ventaja de que teóricamente se provocaría un menor aumento de la precarga.

La aparición de la ecocardiografía en modo M permitió que diversos investigadores intentaran cuantificar los volúmenes del ventrículo izquier-

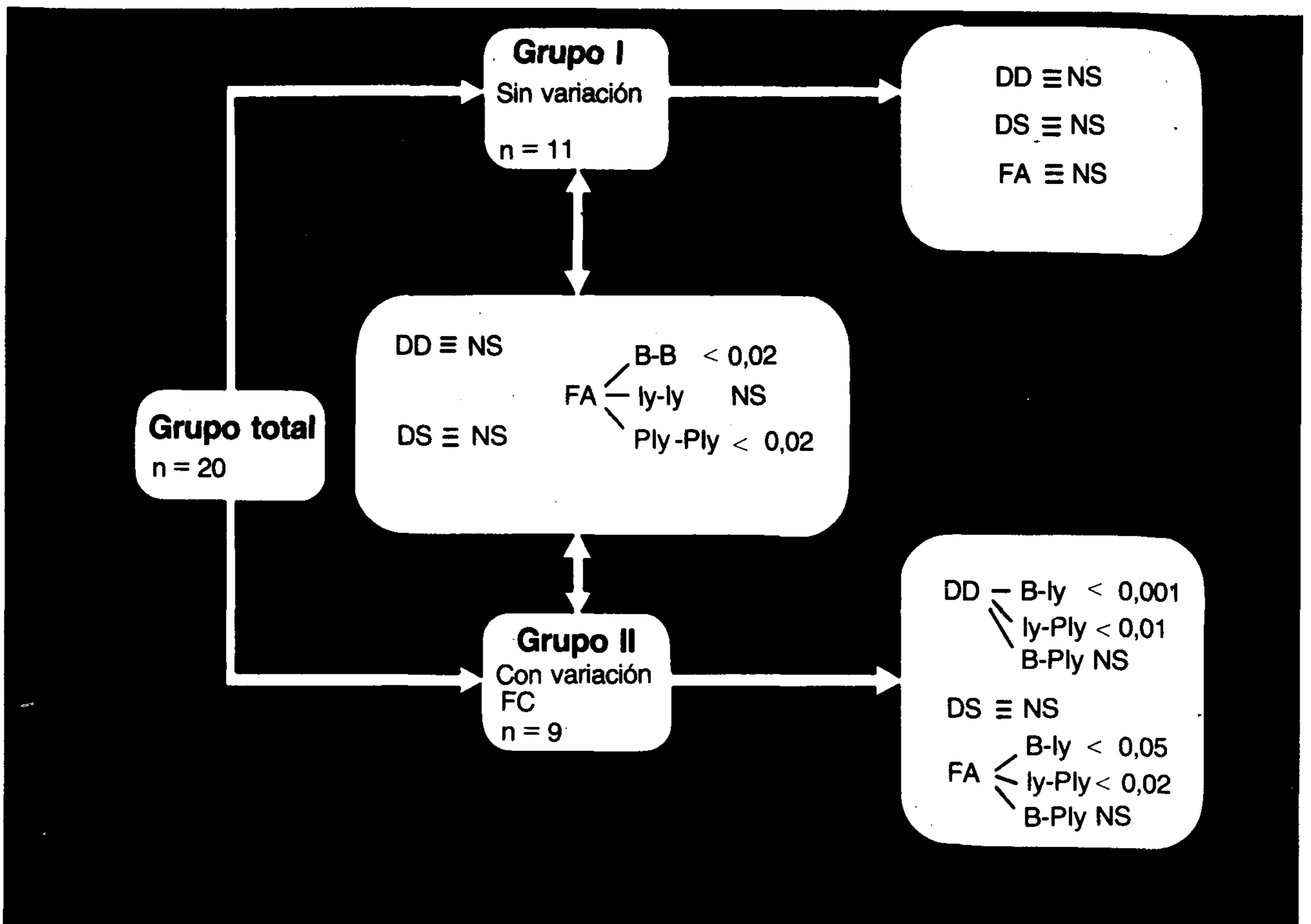


Fig. 4. Comparaciones de los valores parciales entre los grupos I, sin modificaciones en su frecuencia cardíaca durante la inyección, y II, con reducción de la frecuencia cardíaca durante la inyección. Las abreviaturas son iguales a las de las figuras anteriores.

do partiendo del preconcepto de asumir a la cavidad ventricular como un ovoide perfecto, donde el diámetro mayor es exactamente el doble de los diámetros menores considerados iguales.^{30,31} A poco se vio que el método no era exacto por tener el ventrículo izquierdo una forma aproximada pero no igual a un ovoide, además de contraerse en forma no siempre homogénea aun en los normales, a lo que habría que agregar las hipoquinesias, aquinesias y disquinesias segmentarias, detectables o no por el modo M, que impiden todo cálculo.³² Posteriormente la ecocardiografía bidimensional permitió una evaluación más concreta, semejante a la conseguida con la angiografía selectiva, pero con el inconveniente de que no siempre es po-

sible obtener una imagen completa y total de toda la cavidad ventricular.³²

Sin embargo, sin pretender cuantificar los volúmenes ventriculares izquierdos, es posible asumir una idea cualitativa de las modificaciones inmediatas de los mismos a través del modo M. Se ha comunicado la correlación de sus variaciones con la respiración normal,¹³ con pruebas respiratorias del tipo Valsalva,^{14,15} con la frecuencia cardíaca,²⁷ con el ejercicio isométrico¹⁶ o ergométrico,¹⁷ con los cambios provocados por la cirugía^{20,21} y con la administración de fármacos que dilatan la cavidad ventricular, como los bloqueantes β adrenérgicos,¹⁸ o que la reducen, como los vasodiladores.¹⁹ Es de suponer que si la maniobra o

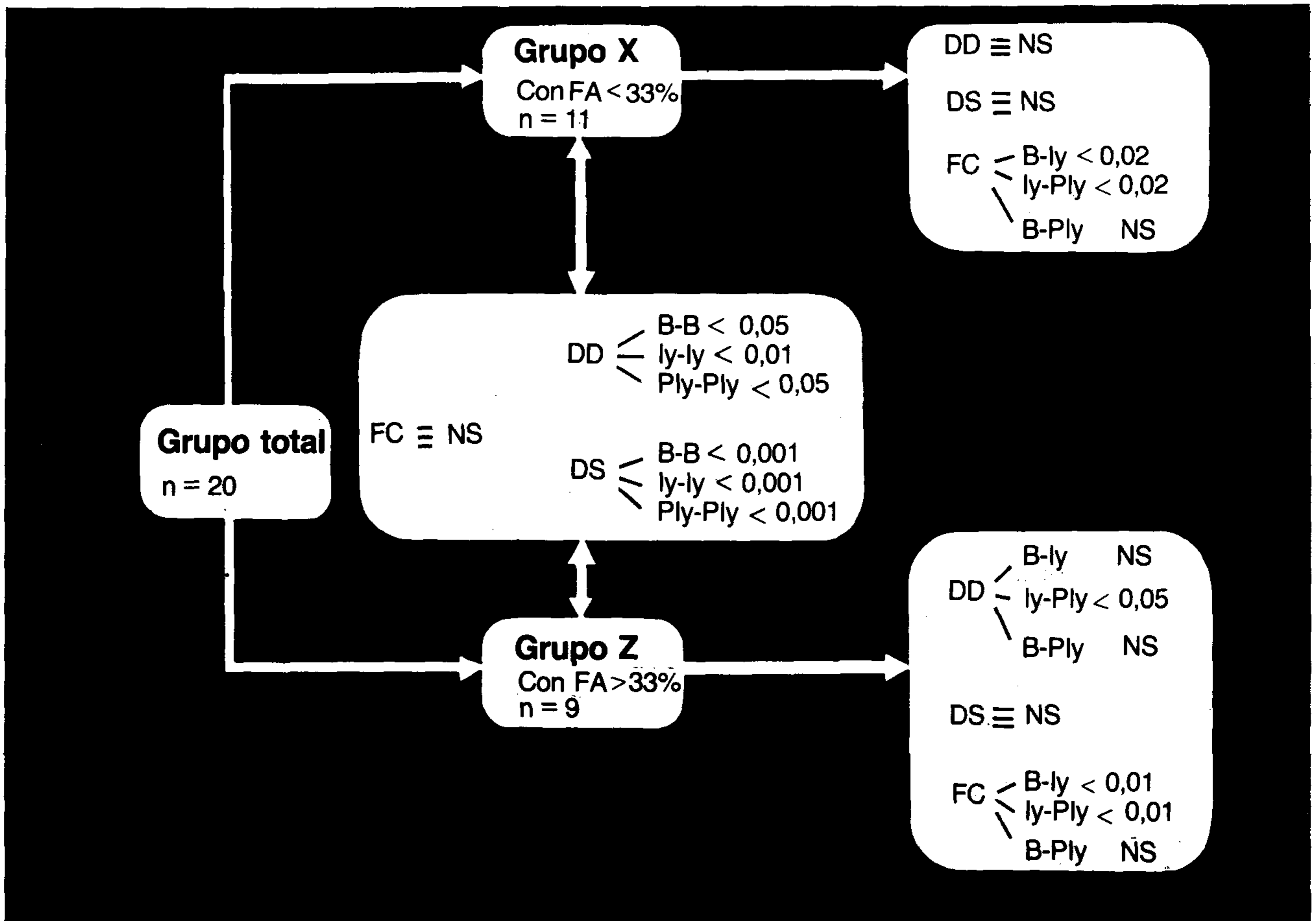


Fig. 5. Comparaciones de los pacientes del grupo X, con fracción de acortamiento menor del 33%, y del grupo Z, con fracción de acortamiento mayor del 33%. Las abreviaturas son iguales a las de las figuras anteriores.

el fármaco incrementan o reducen el volumen ventricular, este cambio, si bien casi siempre es homogéneo, podría producirse principalmente a expensas de uno de los diámetros, pero invariablemente afectará en menor grado al otro, salvo alguna muy rara excepción donde se pueda suponer teóricamente que la patología está circunscripta exclusivamente al segmento que enfoca el modo M o al resto del corazón, salvo ese segmento, posibilidad remota y que se puede excluir con un rastreo exploratorio previo del ventrículo izquierdo con el modo M. Aún así en el presente trabajo se expresan solamente los cambios de dimensión de los diámetros del eje menor del ventrículo izquierdo, suponiendo teóricamente modificaciones semejantes de los

volúmenes. Por esta razón, y a pesar de todos los errores que pueda significar asumir una cuantificación de las modificaciones de los volúmenes ventriculares con el ecocardiograma en modo M, es totalmente válido inferirlos cualitativamente en todo tipo de paciente, se contraigan o no sinérgicamente sus ventrículos izquierdos.

Además la ecocardiografía permite precisar con exactitud cuándo comienza a penetrar la sustancia de contraste en el ventrículo izquierdo, porque afortunadamente la cavitación que provoca la aspiración con la jeringa del material radioopaco es suficiente para producir microburbujas ecorrefractarias a las cuales es muy sensible el ecocardiograma, pudiendo detectarlas aun en muy pequeña proporción.^{33,34}

En los períodos *B* y *PIy* las mediciones se realizaron sobre 10 latidos, y en los casos donde los valores parciales fueron distintos se promediaron. En cambio en el período *Iy* se consideró el valor extremo entre los 3 a 5 latidos que duró el mismo y no se promediaron los parciales. Se procedió de esta manera por considerarse que los cambios son fugaces y se evidenciarían en no más de dos o a lo sumo tres latidos. De cualquier manera se debe recalcar que las diferencias parciales entre los grupos *B* y *PIy* nunca fueron de la magnitud que se observó entre estos grupos y la *Iy*.

Los pacientes fueron tomados al azar, con la única condición de que permitieran obtener un ecocardiograma técnicamente útil, de manera tal que algunos casos tenían ventrículos relativamente pequeños frente a otros dilatados e insuficientes. El volumen de substancia de contraste utilizado en esta experiencia es por cierto bastante menor que los referidos por otros laboratorios de hemodinámica en la literatura especializada, pero es el que se emplea corrientemente para diagnóstico en nuestra metódica de trabajo y no fue modificado.

La FC aumentó en 9 casos durante la *Iy*, probablemente por la maniobra de Valsalva involuntaria que realizan los pacientes cuando se les pide mantenerse en inspiración en el momento en que se inyecta la substancia de contraste. Al iniciar una maniobra de Valsalva sucede un mayor llenado del ventrículo izquierdo, pero algunos latidos después la precarga se reduce y con ella el gasto sistólico, provocándose una taquicardia refleja.³⁵⁻³⁷ Los cambios volumétricos del ventrículo izquierdo durante la maniobra de Valsalva fueron observados por varios autores, entre ellos por Vine y colaboradores,⁸ quien lo describe en 5 de los 15 pacientes en la misma publicación donde no encuentra cambios volumétricos ostensibles durante la angiografía selectiva del ventrículo izquierdo en los 10 restantes. Igualmente con el ecocardiograma en modo M otros autores determinan francas reducciones en los diámetros del ventrículo izquierdo en la fase de taquicardia de la maniobra de Valsalva.¹³⁻¹⁵

En el grupo I, compuesto por 11 pacientes que no modificaron su FC, el DD se incrementó,

aunque no en forma estadísticamente significativa, pero deja entrever una tendencia al aumento de la precarga que permite suponer que quizás con más casos o mayor volumen de substancia de contraste pueda llegar a ser de consideración (Figs. 2 y 4).

En el grupo II, donde 9 sujetos incrementaron ostensiblemente la FC ($p < 0,001$), los DD y DS se redujeron, permitiendo suponer una menor precarga por el probable efecto de la maniobra de Valsalva, lo que lleva a un menor gasto sistólico que se refleja en una menor FA (Figs. 2 y 4).

Comparando ambos grupos se observó que en el grupo I los DD y DS del VI son significativamente mayores que en el grupo II (Fig. 4). Es sabido que en los pacientes con insuficiencia cardíaca la maniobra de Valsalva no modifica la precarga ni la FC, y es posible suponer que los pacientes con mayor DD y DS pudieran tener algún grado de disminución de la función ventricular. Por esta razón y para descartar la probable influencia de este factor se dividió a los pacientes en los que tenían una FA menor del 33% y los de 33% igual o mayor. El valor del 33% como límite no es arbitrario sino que es el determinado por los autores como valor medio que separa a los sujetos con una buena función ventricular izquierda. Así se constituyeron el grupo X, con 11 casos, con FA menor del 33%, y el grupo Z, con 9 casos, con FA igual o mayor del 33%, aunque no se observaron diferencias durante la *Iy* en ninguno de los dos. En cambio, ambos grupos mostraron reducción de la FC. Esto permite suponer que la reducción de los DD y DS está en relación con la FC y no con la FA (Fig. 5).

Por lo tanto esta experiencia permite concluir que la maniobra de Valsalva involuntaria que realizan los pacientes durante el mantenimiento de la inspiración en el momento de la *Iy* de la substancia de contraste en el ventrículo izquierdo, taquicardiza a los pacientes y reduce los volúmenes ventriculares, fenómeno a tener en cuenta cuando se desean realizar estudios comparativos intra o interindividuales de la función ventricular izquierda por medio de la angiografía selectiva del ventrículo izquierdo. Además se observa que la cantidad de substancia de contraste, a pesar de ser de 13,2 cc/seg, menor

que la de otros grupos de trabajo, significa un aumento no despreciable de la precarga y que probablemente, en pacientes con ventrículos pequeños, incrementa los volúmenes del ventrículo izquierdo.

ASSESSMENT OF LEFT VENTRICULAR VOLUME CHANGES BY CONTRAST MEDIUM INJECTION DURING ANGIOGRAPHY

The aim of this paper was to assess by M mode echocardiography the left ventricular volume changes produced by contrast medium injection during angiography. Twenty patients of both sexes, aged 46.3 ± 2.4 years (mean \pm standard error of the mean) range 30-68, ten of whom had coronary artery disease without valvulopathy, 6 with aortic and 4 with mitral valvulopathy, underwent cardiac catheterization. M mode echocardiography was performed before, during and after the injection of 33 ± 1.2 cc of radiopaque material (range 20-40) in 2.5 seconds. Results were obtained: 1, before (B); 2, during (Ij) and 3, after the injection (AIj). In 11 cases the heart rate did not change through the entire experiences (group I) while in the remaining 9 patients it increased during Ij ($p < 0.001$) probably by involuntary Valsalva manouver, returning to the B values during the AIj (group II). In group I left ventricular diastolic diameter increased during Ij from 53.5 ± 1.7 to 54.9 ± 1.6 mm ($p = 70$) while the left ventricular systolic diameter and the left ventricular shortening fraction did not change. In group II left ventricular diastolic diameter decreased from 59.5 ± 1.8 to 55.6 ± 2.0 mm ($p < 0.001$), the left ventricular systolic diameter did not change and the left ventricular shortening fraction decreased from $34.8 \pm 0.8\%$ to $31.5 \pm 1.4\%$ ($p < 0.05$). In all cases the values returned to the B values during AIj. In order to detect possible influences of the left ventricular contractile state, patients were divided according to the left ventricular shortening fraction in those who had more or less than 33%. It was observed again that significant differences arised only in the patients whose heart rate increased. The involuntary Valsalva manouver

during Ij increases heart rate and decreases left ventricular volumes, which is to be considered when analysing comparative studies. Furthermore, the injected volume increases left ventricular diameters, though in the present series such increases do not reach significant values; they probably play a role in patients with small left ventricular cavities.

BIBLIOGRAFIA

1. Dodge HT, Sandler H, Baxley WA et al: Usefulness and limitations of radiographic methods for determining left ventricular volume. *Amer J Cardiol* 18: 10-24, 1966.
2. Sandler H, Dodge HT, Hay RE et al: Quantitation of valvular insufficiency in man by angiocardiology. *Amer Heart J* 65: 501-513, 1963.
3. Hallerman FJ, Rastelli GC, Swan HJC: Effects of rapid injection of heparinized blood into right and left ventricle in dogs. *Radiology* 83: 647-655, 1964.
4. Krovetz LJ, Simon AL, Levy RJ et al: Effects of angiographic contrast media on left ventricular function. *Johns Hopkins Med J* 127: 172-183, 1970.
5. Krovetz LJ, Bensen RW, Neumaster T: Hemodynamic effects of isotonic solutions rapidly injected into the heart and great vessels. *Amer Heart J* 73: 525-533, 1967.
6. Brown R, Rahimtoola SH, Davis GD et al: The effect of angiographic contrast medium on circulatory dynamics in man. *Circulation* 31: 234-240, 1965.
7. Vine DL, Dodge HT, Frimer M, Stewart DK, Caldwell J: Quantitative measurement of left ventricular volumes in man from radiopaque epicardial markers. *Circulation* 54: 391-399, 1976.
8. Vine DL, Hegg TD, Dodge HT, Stewart DK, Frimer M: Immediate effect of contrast medium injection on left ventricular volumes and ejection fraction. *Circulation* 56: 379-384, 1977.
9. Carleton RA: Change in left ventricular volume during angiocardiology. *Amer J Cardiol* 27: 460-463, 1971.
10. Sanmarco ME, Fronck K, Philips CM, Dávila JC: Continuous measurement of left ventricular volume in the dog. II. Comparison of washout techniques with the external dimension method. *Amer J Cardiol* 18: 584, 1966.
11. Mullins CB, Leshin SJ, Mierzwiak DS, Alsobrook HD, Mitchell JH: Changes in left ventricular function produced by the injection of contrast media. *Amer Heart J* 83: 373, 1972.
12. Hammermeister KE, Warbasse JR: Immediate hemodynamic effects of cardiac angiography in man. *Amer J Cardiol* 31: 307-314, 1973.
13. Esper RJ: Introducción a la Ecocardiografía. Stilcograf, Buenos Aires, 1977.
14. Parisi AF, Harrington JJ, Askenazi J, Pratt RC, McIntyre KM: Echocardiographic evaluation of the Valsalva maneuver in healthy subjects and patients with and without heart failure. *Circulation* 54: 921, 1976.
15. Robertson D, Stevens RM, Friesinger GC, Oates JA: The effect of the Valsalva maneuver on echocardiographic dimensions in man. *Circulation* 55: 596, 1977.
16. Paulsen WJ, Boughner DR, Friesen A, Persaud JA: Ventricular response to isometric and isotonic exercise: echocardiographic assessment. *Brit Heart J* 42: 521, 1979.

17. Mason SJ, Weiss JL, Weisfeldt ML, Garrison JB, Fortuin NJ: Exercise echocardiography: detection of wall motion abnormalities during ischemia. *Circulation* 59: 50, 1979.
18. Esper RJ: Evaluación ecocardiográfica de la contractilidad miocárdica en sujetos sanos y bajo efectos de un β bloqueante. *Medicina (Buenos Aires)* 37: 243, 1977.
19. Esper RJ, Caprarella M, Marcos RM, Lythgoe M: Evaluation echophonocardiographique de la nifedipine, vasodilatateur et de l'acebutolol, β -bloquant, isolement et en association. *Couer Medicale (Suppl)* 24 (5): 102-121, 1980.
20. Feigenbaum H: *Echocardiography* (3^a ed), p 478. Lea & Febiger, Philadelphia, 1981.
21. Clark RD, Lorcuska K, Cohn K: Serial echocardiographic evaluation of left ventricular function in valvular disease, including reproducibility guidelines for serial studies. *Circulation* 62: 564-575, 1980.
22. Mendel D: *A practice of cardiac catheterization*. Blackwell Scientific Publications, London, 1968.
23. Popp RL, Filly K, Brown OR, Harrison DC: Effect of transducer placement on echocardiographic measurement of left ventricular dimensions. *Amer J Cardiol* 35: 537, 1975.
24. Esper RJ, Alday LE, Bazzino O, Bruno CA, Cuesta Silva M, Moreyra E, Sirito R: Recomendaciones para la óptima utilización de la ecocardiografía en modo M. *Rev Argent Cardiol* 47: 439-444, 1979.
25. Snedecor GW, Cochran WG: *Statistical Method* (6th ed). The Iowa State University Press, Iowa, 1968.
26. Toranzos FI: *Estadística* (3^a ed). Editorial Kapeluz, Buenos Aires, 1968.
27. DeMaría AN, Neumann A, Schubart P, Lee G, Mason DT: Systematic correlation of cardiac size and performance to alterations in heart rate in man determined by echocardiography. *Circulation (Suppl III)* 56: 219, 1977 (Abstract).
28. Austen WG, Wilcox BR, Bender HW: Experimental studies of the cardiovascular responses secondary to the injection of angiographic agents. *J Thorac Cardiovasc Surg* 47: 356-366, 1964.
29. Guzman SW, West JW: Cardiac effects on intracoronary arterial injections of various roentgenographic contrast media. *Amer Heart J* 58: 597-607, 1959.
30. Feigenbaum H et al: Ultrasound measurements of the left ventricle: a correlative study with angiocardiography. *Arch Intern Med* 129: 461, 1972.
31. Fortuin NJ, Hood WP Jr, Craige E: Evaluation of left ventricular function by echocardiography. *Circulation* 46: 26, 1972.
32. Rogers EW, Feigenbaum H, Weyman AE: Echocardiography for quantitation of cardiac chambers. In Yu PN, Goodwin JF (eds): *Progress in Cardiology-8*, pp 1-28. Lea & Febiger, Philadelphia, 1979.
33. Gramiak R, Shah PM, Kramer DH: Ultrasound cardiography: contrast studies in anatomy function. *Radiology* 92: 939, 1969.
34. Valdés-Cruz LM, Pieroni DR, Roland JMA: Echocardiographic detection of intracardiac right-to-left shunts following peripheral vein injections. *Circulation* 54: 558, 1976.
35. Bennett T, Hosking DJ, Hampton JR: Vasomotor responses to the Valsalva manoeuvre in normal subjects and in patients with diabetes mellitus. *Brit Heart J* 42: 422-428, 1979.
36. Rubin Sa, Brundage B, Mayer W, Chatterjee K: Usefulness of Valsalva manoeuvre and cold pressor test for evaluation of arrhythmias in long QT syndrome. *Brit Heart J* 42: 490-492, 1979.
37. Pepine CJ, Wiener L: Effects of the Valsalva maneuver on myocardial ischemia in patients with coronary artery disease. *Circulation* 59: 1304-1311, 1979.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Ulises Questa, asesor del Departamento de Metodología y Estadística de la Sociedad Argentina de Cardiología, por la evaluación estadística de los resultados.