

Estimación ecocardiográfica de la función ventricular en la cardiopatía isquémica

EDUARDO M. ESCUDERO
ALFONSO R. BOZZANO
JUAN A. PLASTINO
RICARDO GARCIA CASASSA
RAUL BRETAL

Servicio de Cardiología.
Hospital Italiano de La Plata.
Residencia Hospitalaria
Universitaria en Cardiología.
Facultad de Ciencias Médicas.
Universidad Nacional de La Plata.

Con el objetivo de evaluar la utilidad de una serie de índices ecocardiográficos para cuantificar la función ventricular izquierda en la cardiopatía isquémica, los valores de dichos índices fueron comparados con las fracciones de eyección obtenidas por angiografía monoplanea (FEvg) en un total de 13 pacientes con coronariopatía demostrada. Las mediciones efectuadas en los ecocardiogramas realizados el mismo día del estudio angiográfico, en cada caso nos permitieron calcular los siguientes índices: a) porcentaje de acortamiento del diámetro menor (% Ac.), b) fracción de eyección a través de la relación volumen latido calculado por ecograma mitral y volumen diastólico por el diámetro al cubo (FEvm), c) distancia que separa al punto E del ecograma de la valva anterior de la válvula mitral del tabique interventricular (E-S). La utilidad de los índices señalados fue analizada cuantitativamente a través del coeficiente de correlación y ecuación de la recta entre FEvg y cada uno de los parámetros ecocardiográficos y cualitativamente a través de un análisis de sensibilidad, especificidad y valor predictivo de cada uno de ellos. La mejor correlación se observó entre E-S y FEvg ($r=0,89$) ($p<0,01$), siendo pobre en cambio la correlación entre %Ac. y FEvg ($r=0,40$) y entre FEvm y FEvg ($r=0,54$, no significativo). La sensibilidad, especificidad y valor predictivo del E-S fue del 100%, resultado no logrado en forma conjunta por ninguno de los otros índices analizados. El análisis de los resultados nos permite concluir que la función ventricular puede ser estimada por ecocardiograma en pacientes portadores de cardiopatía isquémica, siendo E-S el índice más confiable por su mejor correlación con los valores de FEvg y su mayor especificidad, sensibilidad y valor predictivo en relación con los otros índices propuestos.

El conocimiento de la función ventricular izquierda en pacientes portadores de cardiopatía isquémica es de importancia por la utilidad en la determinación pronóstica de su evolución o en la predicción de riesgos y resultados de la cirugía coronaria, entre otras.^{1,2}

El desarrollo y la aplicación clínica de las técnicas cruentas, fundamentalmente el cateterismo cardíaco y la angiocardiografía, han permitido contar con métodos eficaces para evaluar la función ventricular izquierda.³ Si bien la metodología de dicha evaluación y la de otros parámetros más sofisticados como puede ser la contractilidad miocárdica han sido extensamente analizadas en la última década,^{4,5} la fracción de eyección obtenida por ventriculograma

Dirección postal:
Servicio de Cardiología
Hospital Italiano
Calle 51 entre 29 y 30
(1900) La Plata
Provincia de Buenos Aires
Argentina

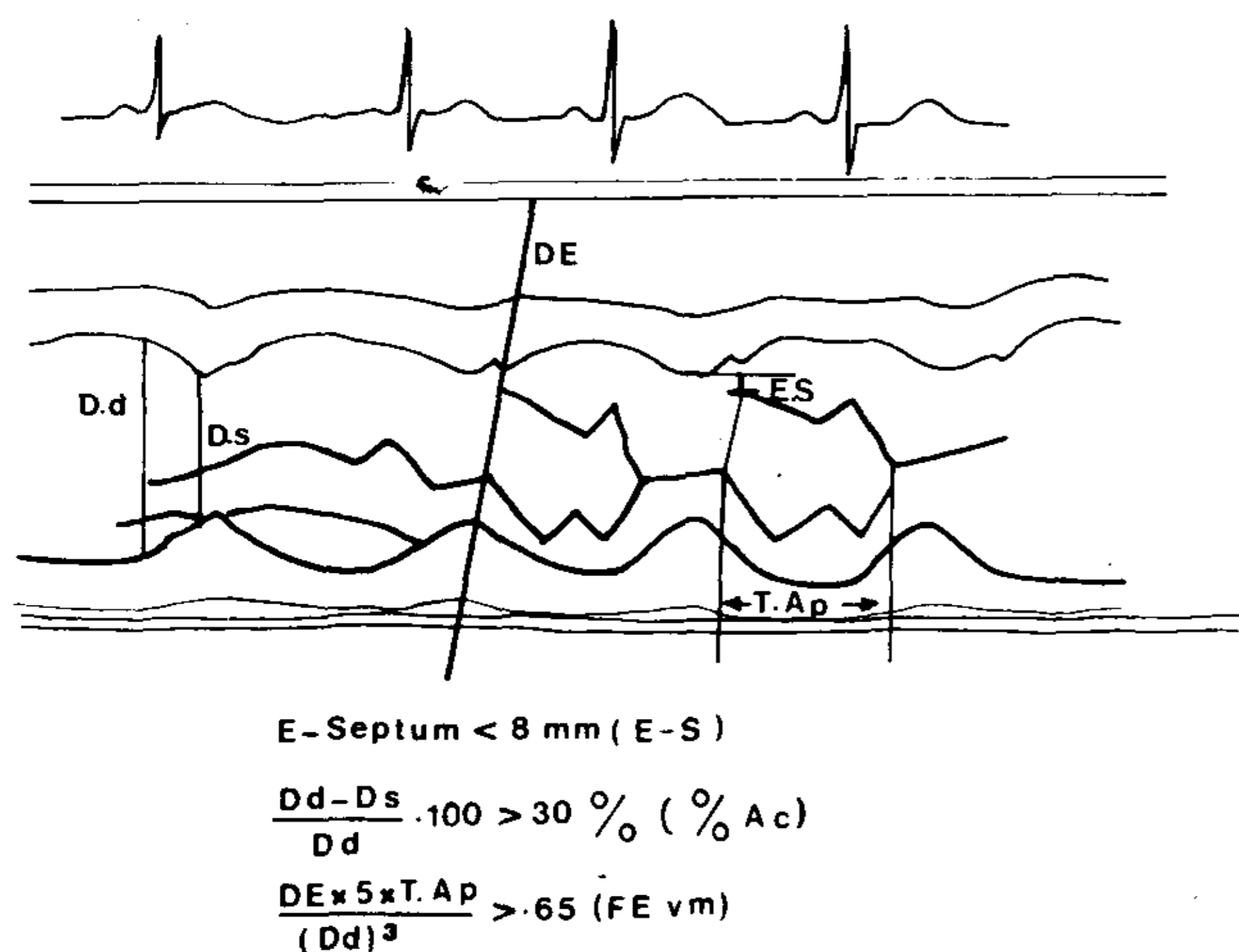


Fig. 1. Esquema representativo de las mediciones ecocardiográficas realizadas. En la parte inferior de la figura se muestra la forma de obtener los índices a partir de las mediciones señaladas, con los respectivos valores normales considerados. E-Septum tiene valores normales cuando es menor de 8 mm. El % de acortamiento normal (%Ac.) es mayor a 30% y la fracción de eyección por válvula mitral (FEvm) normal es por encima de .65. Dd: diámetro diastólico. - Ds: diámetro sistólico. - DE: pendiente de apertura de valva anterior de válvula mitral. - E.S.: distancia E-Septum. - T.Ap: tiempo de apertura de válvula mitral.

continúa siendo un método práctico para la estimación de la función global del ventrículo izquierdo.⁶

La dificultad de realizar técnicas cruentas en cierto tipo de pacientes o la imposibilidad de repetir las frecuentemente, determinan la necesidad de contar con otros métodos para practicar dichas evaluaciones en forma periódica. Es conocido que la utilización del ultrasonido ha permitido realizar una eficaz evaluación de la anatomía y función ventricular, particularmente en ausencia de anormalidades regionales del movimiento de la pared ventricular.^{7,8} Diversos grupos han hallado buenas correlaciones al evaluar la función ventricular por ultrasonido cotejándola con la evaluación por angiografía.^{9,10} Sin embargo, varios autores señalan la incapacidad de utilizar el ultrasonido para la evaluación de la función ventricular en la cardiopatía isquémica, debido al compromiso sectorial del ventrículo en dicha patología.^{11,12} Con el objeto de evitar las dificultades señaladas, se han propuesto diferentes índices ecocardiográficos que pretenden mejorar los resultados en estos pacientes.^{13,14}

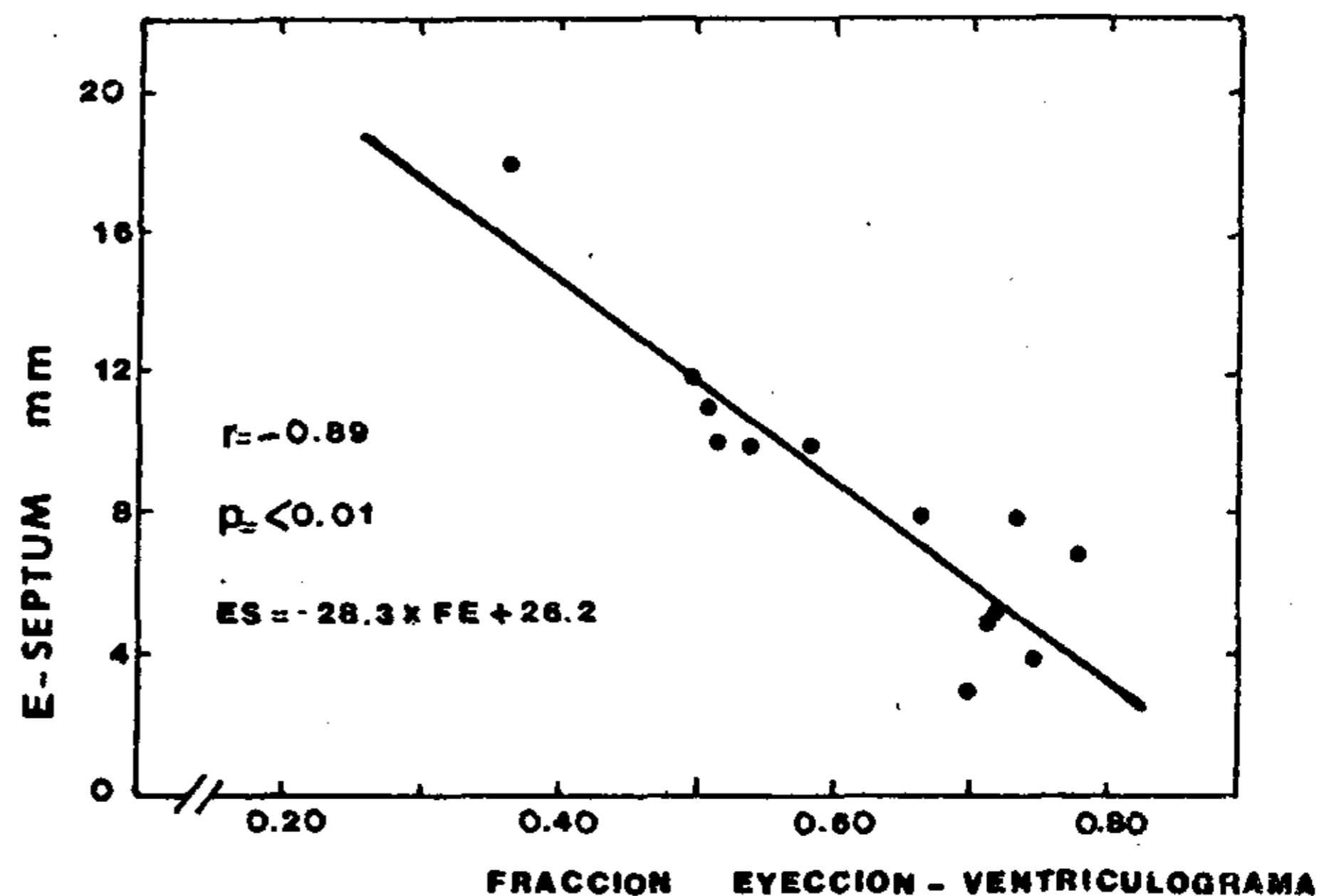


Fig. 2. Correlación entre los valores de fracción de eyección obtenida por ventriculograma en abscisas y distancia, E-Septum en ordenadas. El coeficiente de correlación es -0.89 , observándose en la figura la correspondiente fórmula de la recta.

Basados, por lo tanto, en la importancia de contar con algún índice ecocardiográfico confiable para el estudio y seguimiento de pacientes portadores de cardiopatía isquémica y tomando como parámetro de evaluación de la función ventricular a la fracción de eyección obtenida por ventriculograma, analizamos comparativamente la utilidad de diversos parámetros ecocardiográficos propuestos para tal fin.

MATERIAL Y METODOS

Pacientes

En 21 pacientes que consultaron por síntomas sugestivos de enfermedad cardíaca isquémica se realizó, con diferencia de horas y en el mismo día, un estudio cineangiográfico y un ecocardiograma en modo M sin determinar una secuencia en la realización de los estudios. Cinco pacientes fueron descartados por deficiencias técnicas en el registro ecocardiográfico, dos por dificultades en la correcta evaluación del ventriculograma y uno por ausencia de lesiones coronarias significativas (en total fueron descartados ocho pacientes); los 13 restantes presentaban lesiones obstructivas en por lo menos una arteria coronaria de más del 75%, habiendo padecido seis de ellos infarto de miocardio en algún momento de su evolución, no presentando ningún paciente patología mitral demostrada. En la Tabla 1 se detallan las características de cada uno de los pacientes analizados.

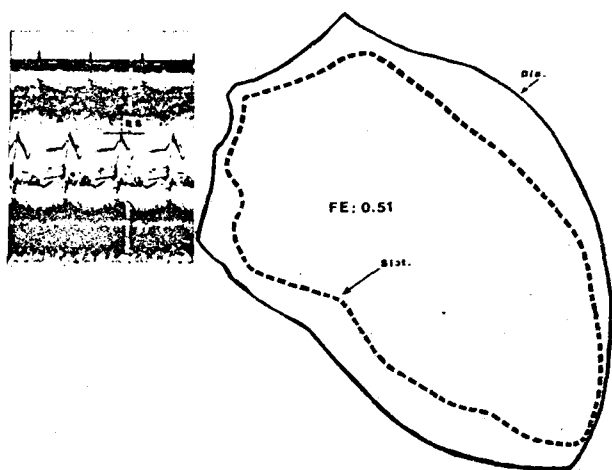


Fig. 3. A la izquierda se observa un registro ecocardiográfico de un paciente (Nº 13) cuyo E-Septum es de 11 mm. A la derecha se graficó un esquema del ventriculograma —en línea llena el perímetro de fin de diástole, en línea de puntos el fin de sístole— del mismo paciente, cuya fracción de eyección es 0,51.

Ecocardiograma

Los ecocardiogramas se realizaron con un transductor no enfocado de 2,25 MHz y 13 mm, obteniéndose un registro continuo de un polígrafo E for MVR6. Los pacientes fueron ubicados con una elevación del tronco entre 15 y 30 grados y en varios grados de decúbito lateral izquierdo. Se colocó el transductor en la ventana ecocardiográfica adecuada para obtener un barrido desde el ápex a aorta de acuerdo con las indicaciones preestablecidas.¹⁵

Las dimensiones ventriculares izquierdas se analizaron a nivel de las cuerdas tendinosas, nivel ultrasónico 1, tomando el diámetro diastólico en coincidencia temporaria con la onda R del electrocardiograma de referencia y desde el endocardio de la pared posterior hasta el endocardio del borde inferior del tabique interventricular. El diámetro sistólico se lo midió desde los endocardios referidos en el momento de máximo movimiento posterior del borde izquierdo del tabique. Cuando existía acinesia en el movimiento septal o movimiento paradójal, se tomó el movimiento de máximo desplazamiento anterior de la pared posterior.

La válvula mitral fue analizada cuando aparecían simultáneamente ambas valvas. Se tomó el ecograma que permitía visualizar el segmento

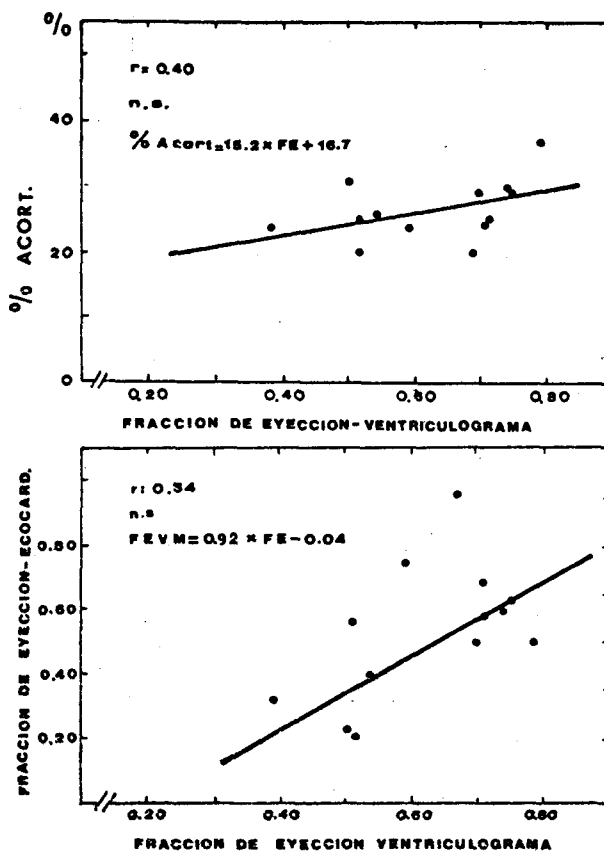


Fig. 4. En la parte superior se grafica la correlación entre FEvg en abscisas y %Ac. en ordenadas. Se puede ver la existencia de una correlación positiva pero sin significación con r: 0,40. En la parte inferior se observa la correlación entre los valores de FEvg y FEvm, con resultado similar al anterior. En ambos gráficos se indican las correspondientes fórmulas de la recta.

DE en toda su extensión y donde la velocidad del mismo fuera mayor. Se midió dicha velocidad de apertura en la valva anterior (DE) y el tiempo de apertura de la válvula, desde la separación hasta la oposición de las valvas anterior y posterior (T.Ap.).

Se trazó una tangente al punto más posterior del movimiento del tabique en un ciclo cardíaco determinado y desde dicha tangente, a través de una perpendicular que se extendía hasta el punto E del ecograma de la valva anterior, en el mismo ciclo, se determinó la distancia entre la válvula mitral y el septum (E-S).

En la Fig. 1 se observa un esquema representativo de las mediciones realizadas.

Con los datos obtenidos se calculó el porcen-

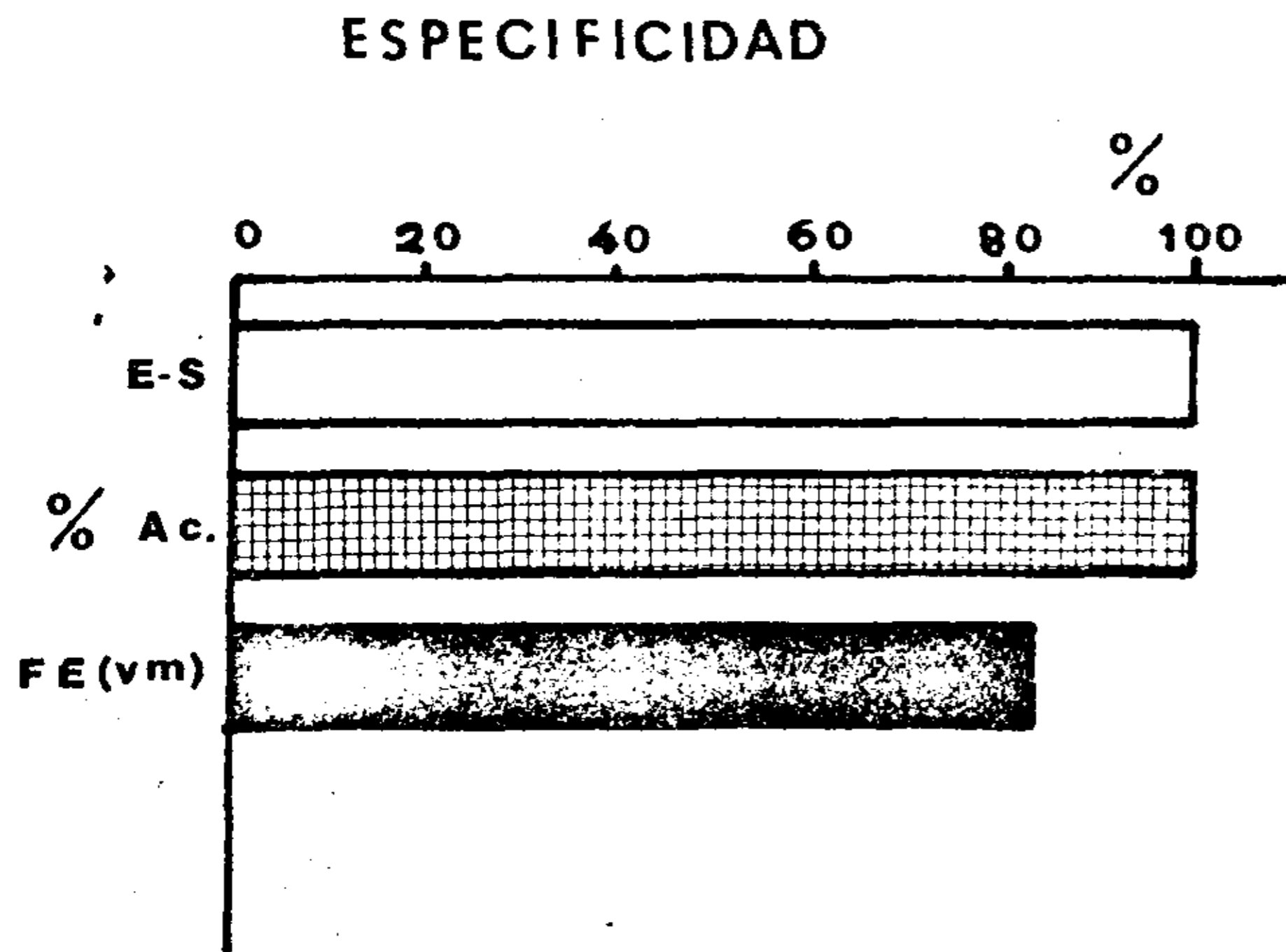


Fig. 5. Gráfico de barras representativo de la sensibilidad mostrada por los índices ecocardiográficos estudiados para detectar pacientes con fracción de eyección por ventriculograma normal o deprimida. Nótese la importante diferencia hallada entre E-S y los otros dos índices.

taje de acortamiento en el eje menor (% Ac.), restando el diámetro sistólico del diastólico y dividiéndolo por el diámetro diastólico. Realizando el producto entre los valores de la pendiente DE, el tiempo de apertura de la válvula mitral y una constante equivalente al área valvular teórica se calculó el volumen latido.¹⁶ Elevando al cubo el diámetro diastólico se obtuvo el volumen diastólico final.¹⁷ Del cociente entre el volumen latido y el volumen diastólico final de acuerdo con lo señalado, se obtuvo la fracción de eyección que la identificaremos como fracción de eyección por válvula mitral (FEvm). La distancia entre el tabique interventricular y la válvula mitral, hallada de acuerdo con lo indicado, resultó el tercer índice ecocardiográfico utilizado para caracterizar la función ventricular en este grupo de pacientes.

Ventriculograma

Fue realizado con los pacientes en posición oblicua anterior derecha a 30 grados. En las imágenes obtenidas se midió el eje longitudinal desde la mitad de la válvula aórtica hasta el ápex del ventrículo izquierdo. El eje menor fue calculado a partir del área de la silueta cardíaca medida por planimetría.

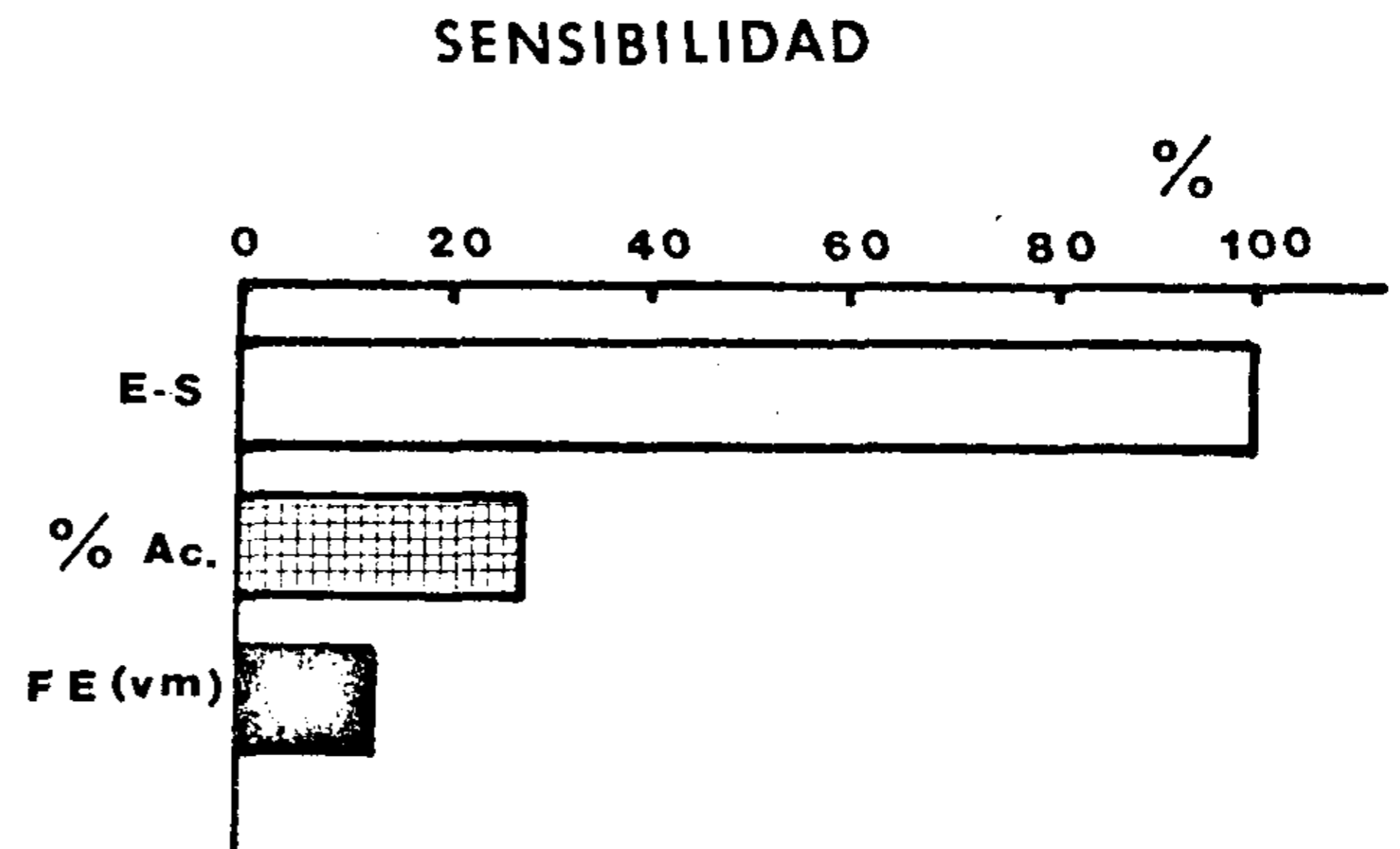


Fig. 6. Gráfico de barras representativo de la especificidad de los índices analizados para identificar el estado de la función ventricular según la fracción de eyección obtenida por el ventriculograma. El índice es más específico cuando el mayor porcentaje de pacientes con FEvg deprimida muestran índices ecocardiográficos con valores anormales.

Con estos datos y utilizando el método de área longitud, se calcularon los volúmenes de fin de sístole y fin de diástole, y con ellos, a su vez, la fracción de eyección (FEvg).¹⁸

El estudio angiográfico fue realizado por dos de los autores que no estaban interiorizados de los resultados del estudio ecocardiográfico; cuando el ventriculograma se efectuó previo al ecocardiograma, la situación anterior se repitió a la inversa.

Definiciones

Una fracción de eyección, ya sea obtenida por ecocardiograma o por angiografía, menor de 0,65, fue considerada deprimida, mientras que valores por encima o igual a 0,65 se consideraron normales. Estos corresponden al límite inferior de lo normal en nuestro laboratorio de hemodinamia.

Los valores de % Ac. iguales o mayores de 30% fueron tomados como normales, siendo anormales los que se encontraban por debajo del mismo.¹⁹

E-Septum fue normal con valores igual o menor a 8 mm.

Las fórmulas siguientes fueron usadas para calcular la sensibilidad, especificidad y valor predictivo de los índices ecocardiográficos estudiados.

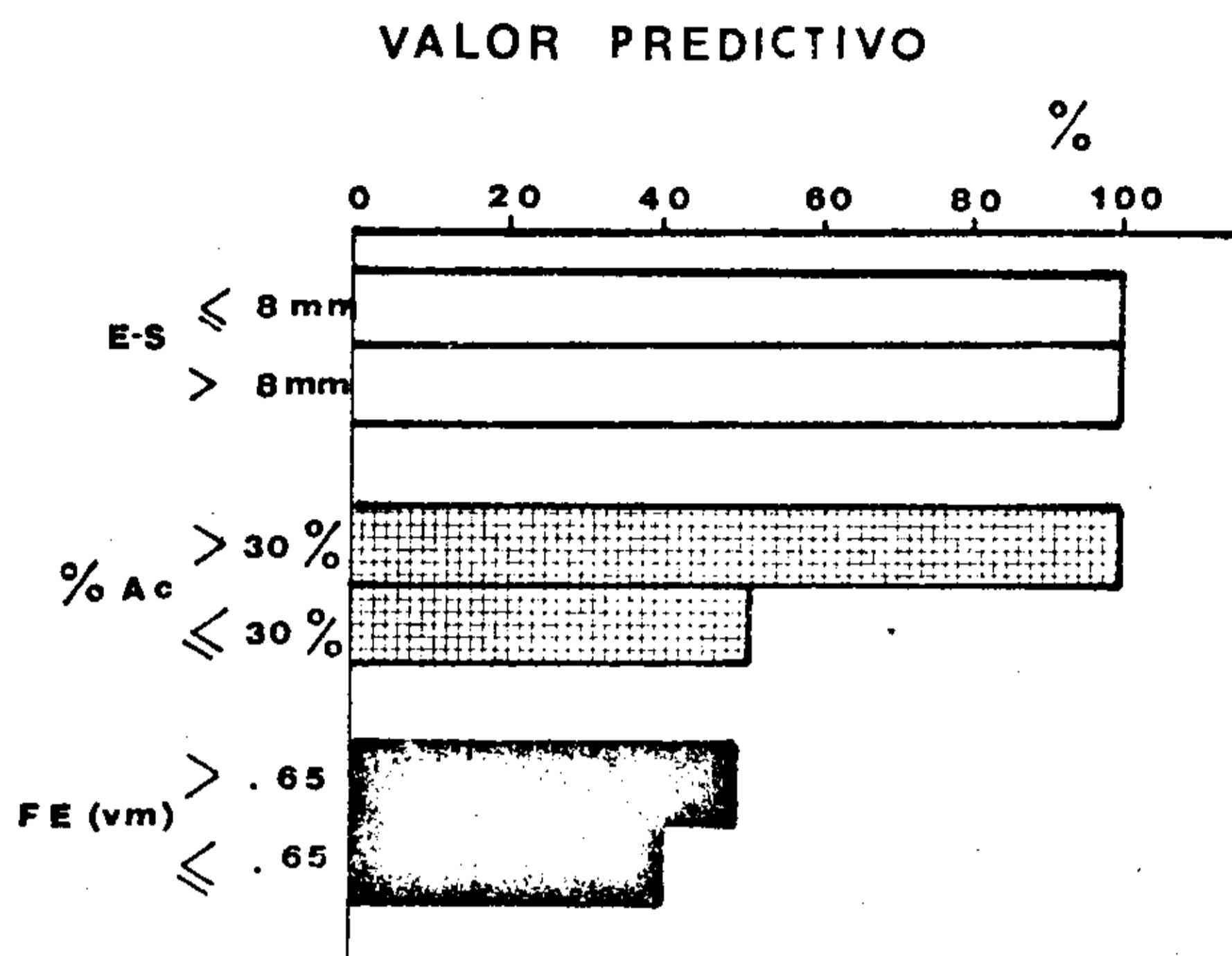


Fig. 7. Gráfico de barras para analizar el valor predictivo de los índices propuestos. A cada índice le corresponde un par de barras; la superior indica el valor predictivo para inferir FEvg normal, la inferior para FEvg deprimida. Los valores colocados a la izquierda de cada barra representan el límite superior o inferior que determinó el agrupamiento según el ecocardiograma. Las abreviaturas corresponden a lo indicado en la Fig. 1.

$$\text{Sensibilidad: } \frac{VP}{VP+FN} \times 100$$

$$\text{Especificidad: } \frac{VN}{VN+FP} \times 100$$

$$\text{Valor predictivo: (+) } \frac{VP}{VP+FP} \times 100$$

$$\text{Valor predictivo: (-) } \frac{VN}{VN+FN} \times 100$$

Donde VP es verdadero positivo, FP es falso positivo, VN verdadero negativo y FN falso negativo.

La sensibilidad expresó el porcentaje de pacientes con FEvg normal que tenían índices ecocardiográficos con valores normales. La especificidad, el porcentaje de pacientes con FEvg deprimida e índices ecocardiográficos con valores anormales. El valor predictivo determinó el porcentaje de pacientes que con valores ecocardiográficos normales tenían FEvg normal (+) o el porcentaje que con valores ecocardiográficos anormales tenían FEvg deprimida (-).

La Tabla 2 representa la caracterización de los falsos positivos y negativos y verdaderos positivos y negativos en cada caso.

Análisis estadístico

Se determinaron los coeficientes de correlación entre los parámetros ecocardiográficos analizados y la fracción de eyección por ventriculograma por el análisis de la regresión lineal.

La significación estadística fue determinada usando el test de t para muestras independientes y el análisis de X₂.

RESULTADOS

E-Septum

La distancia E-Septum fue mayor en los pacientes que tenían fracciones de eyección bajas por ventriculograma. Esto indicaba la existencia de una correlación negativa entre las variables analizadas; correlación que mostró un valor de r de -0,89 (p < 0,01). La Fig. 2 muestra la correlación indicada con la correspondiente ecuación de la recta. Teniendo en cuenta dicha ecuación y considerando el valor normal inferior para FEvg de 0,65, se calculó el valor de E-Septum que le correspondía, considerando dicho valor como el límite normal inferior para dicho parámetro ecocardiográfico en nuestro análisis posterior. El valor mencionado es de 8 mm. Siete de los trece pacientes estudiados tenían valores de E-Septum de 8 mm o menos, lo que nos permitía considerarlos de buena función ventricular. De ese grupo todos mostraron FEvg de 0,65 o más. Los seis pacientes restantes con E-Septum mayor de 8 mm, tenían valores de fracción de eyección menores a 0,65. La sensibilidad, especificidad y valores predictivos del índice analizado resultaron de 100%. La distancia E-Septum no solamente permitió inferir si los pacientes tendrían mala o buena fracción de eyección, sino que se pudo intentar una estimación cuantitativa a juzgar por la correlación hallada.

En la Fig. 3 se muestra un caso representativo de una paciente con valores de E-Septum de 11 mm y FEvg de 0,51.

FEvm

La fracción de eyección calculada por el ultrasonido de acuerdo con lo detallado antes, mostró una correlación positiva, pero sin significación estadística cuando se la cotejó con la

Tabla 1
Patente clínica y hallazgos coronariográficos en el grupo estudiado

Paciente Nº	% de Obstrucción				Cuadro clínico	Infarto previo
	DA	CX	TCI	CD		
1	70	80	—	100	Ergometría positiva	Sí
2	80	—	—	—	a.e.	—
3	—	70	—	—	Angina atípica	—
4	95	—	—	—	a.r.c.	—
5	—	95	—	100	a.e.	—
6	90	95	—	100	a.e.	Sí
7	—	—	95	—	a.e.	—
8	—	90	—	—	a.e.	—
9	50	—	—	100	a.p.i.a.m.	Sí
10	50	60	—	100	a.p.i.a.m.	Sí
11	60	—	—	100	—	Sí
12	70	—	—	—	a.e.	—
13	90	—	—	99	a.i.	Sí

DA: Descendente anterior. CX: Circunfleja. TCI: Tronco de coronaria izquierda. CD: Coronaria derecha. a.e.: angina estable. a.r.c.: angina de reciente comienzo. a.p.i.a.m.: angina postinfarto agudo de miocardio. a.i.: angina inestable.

fracción de eyección por ventriculograma ($r: 0,56$, no significativo).

Teniendo en cuenta el valor aceptado como límite inferior de lo normal, se vio que solamente un paciente de los siete que presentaban FEvg normal tuvo una FEvm mayor de 0,65. El resto del grupo tuvo valores inferiores. En los seis pacientes con FEvg deprimida, cinco mostraron valores ecocardiográficos coincidentes y el restante tenía FEvm normal. Estos datos determinaron una sensibilidad de 14%, una especificidad de 85% y un valor predictivo, según se infiera fracción de eyección normal o deprimida, de 50 y 45%.

La FEvm no permitió inferir con precisión en forma cuantitativa la fracción de eyección real del grupo analizado. Cuando se pretendió estimar, en forma global y cualitativamente, la función ventricular, tampoco el resultado fue satisfactorio. Pero observando la especificidad de 85% se puede analizar que cuando los pacientes tienen realmente una FEvg deprimida, la

Tabla 2
Valores normales de los índices analizados y de la fracción de eyección obtenida por ventriculograma, su combinación para el cálculo de sensibilidad, especificidad y valor predictivo

	V.P.	F.P.	V.N.	F.N.
E-Septum	≤ 8 mm	≤ 8 mm	> 8 mm	> 8 mm
FEvg	$> .65$	$< .65$	$< .65$	$> .65$
FEvm	$\geq .65$	$\geq .65$	$< .65$	$< .65$
FEvg	$> .65$	$< .65$	$< .65$	$> .65$
% Ac.	≥ 30	≥ 30	< 30	< 30
FEvg	$> .65$	$< .65$	$< .65$	$> .65$

V.P.: verdadero positivo; F.P.: falso positivo; V.N.: verdadero negativo; F.N.: falso negativo; E-Septum: distancia de tabique al punto E de valva anterior de válvula mitral; FEvg: fracción de eyección por ventriculograma; FEvm: fracción de eyección por válvula mitral; %Ac.: porcentaje de acortamiento del diámetro menor.

incidencia de valores ecocardiográficos normales es baja, lo que permitiría deducir una mejor utilidad del presente índice en pacientes con fracción ventricular deteriorada.

% Ac.

El porcentaje de acortamiento fue el parámetro analizado que tuvo peor correlación con los valores del ventriculograma. El índice de correlación resultó de 0,40, valor no significativo estadísticamente.

La Fig. 4 muestra el gráfico de correlación de la variable considerada y de FEvm con la FEvg.

De los siete pacientes con FEvg normal, solamente dos tuvieron %Ac. de 30% o más; el resto presentó valores inferiores. En los seis con fracción de eyección por ventriculograma inferior a 0,65, todos tuvieron valores de %Ac. por debajo de los límites normales. La sensibilidad de este índice fue de 28% y la especificidad de 100%. El valor predictivo resultó de 100% cuando se pretendió inferir valores de FEvg normales a partir de %Ac. normales y de 54% cuando se hizo lo propio con valores de %Ac. bajos en relación con FEvg deprimida. Este índice mostró resultados similares a la FEvm,

Tabla 3
Valor de los índices ecocardiográficos para estimar cualitativamente la fracción de eyección

	<i>FEvg normal</i>	<i>FEvg deprimida</i>
<i>E-Septum:</i>		
< 8 mm	7	0
> 8 mm	0	6
	$\chi^2: 13 (p < 0,01).$	
<i>FEvm:</i>		
> .65	1	1
< .65	6	5
	$\chi^2: 0,92$	
<i>%Ac.:</i>		
> 30	2	0
< 30	5	6
	$\chi^2: 0,31$	

con poca utilidad en la estimación cuantitativa de la FEvg y pobres resultados en relación con E-Septum, cuando se lo pretendió utilizar cualitativamente. De todas formas, se observa que cuando los valores de %Ac. resultaron normales, la FEvg resultó siempre normal.

En la Tabla 3 se observan los datos correspondientes a los índices estudiados, analizados como variables cualitativas en relación con FEvg, por medio de la prueba de χ^2 .

En las Figs. 5, 6 y 7 se representan la sensibilidad, especificidad y valor predictivo, que resultan del análisis realizado entre los parámetros ecocardiográficos propuestos y la fracción de eyección obtenida por ventriculografía.

DISCUSION

La capacidad que tiene el corazón para expulsar sangre a todos los órganos, tanto en reposo como durante el ejercicio, es la principal característica de la función ventricular que idealmente deberíamos conocer. Desafortunadamente no contamos con métodos que realmente o directamente midan dicha característica. El cálculo de los volúmenes ventriculares ha sido de esos métodos uno de los más usados para la estimación de la función ventricular como bomba²⁰ y el

porcentaje del volumen diastólico final que se eyecta en cada latido, la fracción de eyección, ha servido como indicador de la función ventricular que pretendemos caracterizar. El valor de la fracción de eyección puede ser modificado no solamente por alteraciones del funcionamiento miocárdico *per-se*, sino también por modificaciones de la precarga y postcarga que están íntimamente ligadas al rendimiento final del corazón como bomba.²¹

Si pretendemos investigar el estado contráctil del miocardio a través de esta fracción, podemos no reflejarlo realmente, sobre todo en pacientes donde la patología que sufren afecta fundamentalmente dicha función. De todas formas, varios estudios han demostrado la utilidad práctica de la fracción de eyección agrupando pacientes, determinando pronósticos, observando respuestas terapéuticas, estableciendo riesgos o previendo resultados de las indicaciones quirúrgicas.^{2,22} Estos hechos han avalado durante mucho tiempo la utilización de dicho índice en el conocimiento aproximado de la función ventricular y en el correcto estudio y manejo de los pacientes coronarios.

La afección parcial y segmentaria de las paredes ventriculares observadas en la cardiopatía coronaria obliga a tener una visión lo más global posible de la cavidad ventricular para poder deducir la real función ventricular. La angiografía, por sus características, es un método que ofreciendo esa posibilidad ha sido y es todavía el parámetro de comparación para cotejar el valor de otros métodos que tienen a su favor la posibilidad de ser repetidos, tener costo relativamente menor y ser incruentos. La ecocardiografía modo M, al tomar solamente una sección de las paredes ventriculares, crea dificultades para ser utilizada en estos casos con exactitud y así comprendemos cómo la extrapolación de los datos obtenidos por dicho método no puede demostrar la real función ventricular. Varios autores han señalado este hecho y los valores de fracción de eyección obtenidos por ultrasonido no tienen buena correlación al ser comparados con los datos del angiograma.^{12,23,24} Estos resultados son concordantes con nuestro análisis del porcentaje de acortamiento del diámetro menor como índice ecocar-

diográfico evaluativo de la función ventricular. La correlación en nuestros pacientes fue mala, así como la sensibilidad y el valor predictivo obtenido. De todas formas, podemos notar cómo la existencia del porcentaje de acortamiento normal fue siempre coincidente con FEvg normal, probablemente por corresponder a pacientes que a pesar de su patología coronaria mantienen una buena motilidad de las paredes ventriculares. Por el contrario, el porcentaje de acortamiento por debajo de los límites normales fue muy alto, si tenemos en cuenta que el 55% de los pacientes tenía FEvg normal, lo que indica una infravaloración de la función ventricular. Sin duda, la afectación segmentaria señalada altera nuestras inferencias.

En la búsqueda de algún parámetro ecocardiográfico que pudiera reflejar los volúmenes eyectados por el corazón y fuera independiente de los diámetros ventriculares y de la motilidad de las paredes, se ha propuesto el análisis de los movimientos del arco aórtico o de la válvula mitral.^{13,25,26} La patente de movimiento ecocardiográfico de la válvula mitral es aparentemente similar a la graficación de la patente de flujo transvalvular, hecho que sustentó la inferencia de volúmenes transvalvulares analizando el ecograma mitral.²⁷ Existen datos que demuestran buena correlación entre los volúmenes latidos medidos por métodos de dilución y los calculados por ecograma mitral aun en pacientes con acinesia o discinesia en el movimiento de las paredes ventriculares.¹³ De todas formas, la región parcial de la válvula mitral tomada por el haz ultrasónico proveniente de un solo cristal, hizo dudar de tal precisión y justificó resultados contrarios señalados por otros autores.²⁸ Como la identificación del volumen latido puede no reflejar exactamente el estado funcional del corazón y considerando que la medición de los diámetros diastólicos, o mejor dicho, su correlación con los valores reales de volumen diastólico, está menos distorsionado que los sistólicos en la cardiopatía coronaria,^{23,24} obtuvimos una fracción de eyección utilizando el volumen latido por válvula mitral y el volumen diastólico por diámetros ventriculares. En un trabajo previo, dicha fracción de eyección demostró cierta utilidad para separar pacientes con infarto agudo

de miocardio de acuerdo con su evolución posterior.²⁹ En el grupo analizado en este estudio, la predicción cuantitativa de la fracción de eyección real por el ecograma mitral fue insuficiente, con bajo coeficiente de correlación y escasa sensibilidad del método. Cuando se separaron los pacientes con FEvg deprimida, los valores de FEvm correlacionaron mejor con los respectivos de FEvg y la inferencia fue más exacta. Esto puede explicar la utilidad observada cuando el índice mencionado se utilizó en pacientes con infarto que tienen generalmente fracciones de eyección bajas.

Como vemos, ni la utilización de los diámetros, ni la estimación de la fracción de eyección por válvula mitral resultaron índices confiables para el estudio de los pacientes analizados.

La separación que durante la diástole existe entre la valva anterior de la válvula mitral y el tabique interventricular ha sido propuesta como expresión del estado funcional del ventrículo.^{14,30} La válvula mitral podrá estar más o menos separada del tabique según su movimiento y el tamaño de la cavidad ventricular. El movimiento de la válvula depende del estado de la misma y de una serie de variables hemodinámicas que afectan el flujo transvalvular. Si descartamos pacientes con patología valvular evidente, podemos asumir que la cercanía del punto E con el septum dependerá de la velocidad de apertura de la valva anterior, de la de cierre inicial, de la amplitud de desplazamiento de la misma, parámetros que, como vimos, responden a las variables hemodinámicas que regulan el flujo transvalvular. Como la válvula se encuentra a su vez en una cavidad que puede modificar su tamaño, la asociación de las condiciones de motilidad valvular y dimensiones de la cavidad determinará en definitiva esa distancia. Volúmenes conservados con poca movilidad valvular o movilidad normal con volúmenes aumentados podrían determinar valores de E-Septum aumentados. Si consideramos que la enfermedad coronaria puede modificar no solamente el diámetro de la cavidad ventricular, sino el flujo transvalvular al alterar, por ejemplo, la fracción de lleno de la diástole temprana,³¹ es de esperar que la distancia E-Septum se vea alterada en la patología citada. Es probable que

estas interrelaciones y quizás otros factores no claros aún determinen los cambios de valores en el parámetro analizado en relación con la gravedad de la afección y con la afectación de la función ventricular. De los índices analizados es el que mejores resultados presentó, siendo además un parámetro de fácil obtención.

Si bien el advenimiento de técnicas ecocardiográficas más evolucionadas quizás nos permita superar muchas limitaciones actuales para la correcta evaluación de la función ventricular, la distancia E-Septum obtenida por el clásico modo M puede brindarnos cierta utilidad para clasificar, agrupar y determinar pautas de conducta en pacientes con cardiopatía isquémica.

ECHOCARDIOGRAPHIC ESTIMATION OF LEFT VENTRICULAR FUNCTION IN ISCHEMIC HEART DISEASE

In order to assess the accuracy, sensitivity, specificity and predictive value of several echocardiography indexes to estimate ventricular function in coronary patients, thirteen patients with significant coronary obstruction and without mitral valve alterations, were examined by M-mode echocardiography, the same day that diagnostic left heart catheterization was done. Using various echocardiographic measurements, a) percent minor axis shortening (%short), b) ejection fraction with stroke volume calculated by mitral valve echogram (EF_{mv}) and c) the separation between the anterior mitral valve leaflet at its E point and the interventricular septum (E-S) was calculated. Ejection fraction was also determined by single plane left ventricular cineangiography in the right anterior oblique projection (EF_a). When comparing E-S with EF_a favorable correlation of r: - 0.89 was obtained. The relation of %short and EF_{mv} to EF_a was poorer and failed to estimate ventricular function (r: 0.40 and r: 0.54, respectively). The highest sensitivity, specificity and predictive value were observed with E-S (100% to each one). We concluded that ventricular function could be estimated correctly by echocardiography in coronary patients. E-S may be used to obtain a clinically useful estimate EF_a because this index correlated more closely with angiographic

ejection fraction and was more useful in discriminating between patients with normal and those with low ejection fraction, than the others.

BIBLIOGRAFIA

1. Cohn PF, Gorlin R: Dynamic ventriculography and the role of the ejection fraction. *Am J Cardiol* 36: 529, 1975.
2. Cohn PF, Gorlin R, Cohn LH, Collins JJ Jr: Left ventricular ejection fraction as pronostic guide in surgical treatment of coronary and valvular disease. *Am J Cardiol* 34: 136, 1974.
3. Brundage BH, Cheitlin MD: Left ventricular angiography as a function test. *Chest* 64: 70, 1973.
4. Branwald E, Ross J Jr, Sonnenblick EH: Mechanisms of contraction of the normal and failing heart, p 417, 2d ed. Little, Brown and Company, Boston, 1976.
5. Levine HJ: Clinical cardiovascular physiology, p 945. Grune and Stratton Inc, New York, 1976.
6. Pujadas G: La arteriografía coronaria, p 215. Dep Docencia e Investigación, Hospital Italiano, Buenos Aires, 1977.
7. Fourtuin NJ, Hood WP Jr, Craige E: Evaluation of left ventricular function by echocardiography. *Circulation* 46: 26, 1972.
8. Feigenbaum H: Echocardiography, p 318, 2d ed. Lea and Febiger, Philadelphia, 1976.
9. Pombo IF, Troy BL, Russel RO: Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography. *Circulation* 43: 480, 1971.
10. Ludbrook P, Kartiner JS, Peterson K, Leopold G, O'Rourke RA: Comparison of ultrasound and cineangiographic measurements of left ventricular performance in patients with and without wall motion abnormalities. *Br Heart J* 35: 1026, 1973.
11. Popp RL, Alderman EL, Brown OR, Harrison DC: Sources of error in calculation of left ventricular volumes by echography (abstract). *Am J Cardiol* 31: 152, 1973.
12. Teichholz LE, Kreuten T, Herman MV, Gorlin R: Problems in echocardiographic volumes determinations. Echocardiographic-angiographic correlation in the presence or absence of asynergy. *Am J Cardiol* 37: 7, 1975.
13. Rasmussen S, Corya B, Feigenbaum H, Jo Black M, Lovelace E, Philips JF, Noble JR, Knoebel S: Stroke volume calculated from the mitral echogram in patients with and without ventricular dyssynergy. *Circulation* 58: 125, 1978.
14. Massie BM, Schiller NB, Ratshin RA, Parmley W: Mitral-septal separation: new echocardiographic index of left ventricular function. *Am J Cardiol* 39: 1008, 1977.
15. Feigenbaum H: Clinical applications of echocardiography. *Prog. Cardiovasc Dis* 14: 531, 1972.
16. Kingsley B: Stroke volume and cardiac output by echocardiography. *J Audio Engin Soc* 18: 692, 1970.
17. Feigenbaum H, Popp RL, Wolfe SB, Pombo JF, Hainw CL, Dodge HT: Ultrasound measurement of the left ventricle: a correlative study angiography. *Arch Intern Med* 129: 461, 1972.
18. Greene DG, Carlisle R, Grant C, Bunnell IL: Estimation of left ventricular volume by one plane cineangiography. *Circulation* 35: 61, 1967.
19. Salcedo EE, Pichard A, Siegel W: Evaluation of left ventricular function by cardiac catheterization, echocardiography and systolic time intervals. *Cleve Clin Q* 43: 151, 1976.

diográfico evaluativo de la función ventricular. La correlación en nuestros pacientes fue mala, así como la sensibilidad y el valor predictivo obtenido. De todas formas, podemos notar cómo la existencia del porcentaje de acortamiento normal fue siempre coincidente con FEvg normal, probablemente por corresponder a pacientes que a pesar de su patología coronaria mantienen una buena motilidad de las paredes ventriculares. Por el contrario, el porcentaje de acortamiento por debajo de los límites normales fue muy alto, si tenemos en cuenta que el 55% de los pacientes tenía FEvg normal, lo que indica una infravaloración de la función ventricular. Sin duda, la afectación segmentaria señalada altera nuestras inferencias.

En la búsqueda de algún parámetro ecocardiográfico que pudiera reflejar los volúmenes eyectados por el corazón y fuera independiente de los diámetros ventriculares y de la motilidad de las paredes, se ha propuesto el análisis de los movimientos del arco aórtico o de la válvula mitral.^{13,25,26} La patente de movimiento ecocardiográfico de la válvula mitral es aparentemente similar a la graficación de la patente de flujo transvalvular, hecho que sustentó la inferencia de volúmenes transvalvulares analizando el ecograma mitral.²⁷ Existen datos que demuestran buena correlación entre los volúmenes latidos medidos por métodos de dilución y los calculados por ecograma mitral aun en pacientes con acinesia o discinesia en el movimiento de las paredes ventriculares.¹³ De todas formas, la región parcial de la válvula mitral tomada por el haz ultrasónico proveniente de un solo cristal, hizo dudar de tal precisión y justificó resultados contrarios señalados por otros autores.²⁸ Como la identificación del volumen latido puede no reflejar exactamente el estado funcional del corazón y considerando que la medición de los diámetros diastólicos, o mejor dicho, su correlación con los valores reales de volumen diastólico, está menos distorsionado que los sistólicos en la cardiopatía coronaria,^{23,24} obtuvimos una fracción de eyección utilizando el volumen latido por válvula mitral y el volumen diastólico por diámetros ventriculares. En un trabajo previo, dicha fracción de eyección demostró cierta utilidad para separar pacientes con infarto agudo

de miocardio de acuerdo con su evolución posterior.²⁹ En el grupo analizado en este estudio, la predicción cuantitativa de la fracción de eyección real por el ecograma mitral fue insuficiente, con bajo coeficiente de correlación y escasa sensibilidad del método. Cuando se separaron los pacientes con FEvg deprimida, los valores de FEvm correlacionaron mejor con los respectivos de FEvg y la inferencia fue más exacta. Esto puede explicar la utilidad observada cuando el índice mencionado se utilizó en pacientes con infarto que tienen generalmente fracciones de eyección bajas.

Como vemos, ni la utilización de los diámetros, ni la estimación de la fracción de eyección por válvula mitral resultaron índices confiables para el estudio de los pacientes analizados.

La separación que durante la diástole existe entre la valva anterior de la válvula mitral y el tabique interventricular ha sido propuesta como expresión del estado funcional del ventrículo.^{14,30} La válvula mitral podrá estar más o menos separada del tabique según su movimiento y el tamaño de la cavidad ventricular. El movimiento de la válvula depende del estado de la misma y de una serie de variables hemodinámicas que afectan el flujo transvalvular. Si descartamos pacientes con patología valvular evidente, podemos asumir que la cercanía del punto E con el septum dependerá de la velocidad de apertura de la valva anterior, de la de cierre inicial, de la amplitud de desplazamiento de la misma, parámetros que, como vimos, responden a las variables hemodinámicas que regulan el flujo transvalvular. Como la válvula se encuentra a su vez en una cavidad que puede modificar su tamaño, la asociación de las condiciones de motilidad valvular y dimensiones de la cavidad determinará en definitiva esa distancia. Volúmenes conservados con poca movilidad valvular o movilidad normal con volúmenes aumentados podrían determinar valores de E-Septum aumentados. Si consideramos que la enfermedad coronaria puede modificar no solamente el diámetro de la cavidad ventricular, sino el flujo transvalvular al alterar, por ejemplo, la fracción de lleno de la diástole temprana,³¹ es de esperar que la distancia E-Septum se vea alterada en la patología citada. Es probable que

estas interrelaciones y quizás otros factores no claros aún determinen los cambios de valores en el parámetro analizado en relación con la gravedad de la afección y con la afectación de la función ventricular. De los índices analizados es el que mejores resultados presentó, siendo además un parámetro de fácil obtención.

Si bien el advenimiento de técnicas ecocardiográficas más evolucionadas quizás nos permita superar muchas limitaciones actuales para la correcta evaluación de la función ventricular, la distancia E-Septum obtenida por el clásico modo M puede brindarnos cierta utilidad para clasificar, agrupar y determinar pautas de conducta en pacientes con cardiopatía isquémica.

ECHOCARDIOGRAPHIC ESTIMATION OF LEFT VENTRICULAR FUNCTION IN ISCHEMIC HEART DISEASE

In order to assess the accuracy, sensitivity, especificity and predictive value of several echocardiography indexes to estimate ventricular function in coronary patients, thirteen patients with significant coronary obstruction and without mitral valve alterations, were examined by M-mode echocardiography, the same day that diagnostic left heart catheterization was done. Using various echocardiographic measurements, a) percent minor axis shortening (%short), b) ejection fraction with stroke volume calculated by mitral valve echogram (EF_{mv}) and c) the separation between the anterior mitral valve leaflet at its E point and the interventricular septum (E-S) was calculated. Ejection fraction was also determined by single plane left ventricular cineangiography in the right anterior oblique projection (EF_a). When comparing E-S with EF_a favorable correlation of r: - 0.89 was obtained. The relation of %short and EF_{mv} to EF_a was poorer and failed to estimate ventricular function (r: 0.40 and r: 0.54, respectively). The highest sensitivity, especificity and predictive value were observed with E-S (100% to each one). We concluded that ventricular function could be estimated correctly by echocardiography in coronary patients. E-S may be used to obtain a clinically useful estimate EF_a because this index correlated more closely with angiographic

ejection fraction and was more useful in discriminating between patients with normal and those with low ejection fraction, than the others.

BIBLIOGRAFIA

1. Cohn PF, Gorlin R: Dynamic ventriculography and the role of the ejection fraction. *Am J Cardiol* 36: 529, 1975.
2. Cohn PF, Gorlin R, Cohn LH, Collins JJ Jr: Left ventricular ejection fraction as pronostic guide in surgical treatment of coronary and valvular disease. *Am J Cardiol* 34: 136, 1974.
3. Brundage BH, Cheitlin MD: Left ventricular angiography as a function test. *Chest* 64: 70, 1973.
4. Branwald E, Ross J Jr, Sonnenblick EH: Mechanisms of contraction of the normal and failing heart, p 417, 2d ed. Little, Brown and Company, Boston, 1976.
5. Levine HJ: Clinical cardiovascular physiology, p 945. Grune and Stratton Inc, New York, 1976.
6. Pujadas G: La arteriografía coronaria, p 215. Dep Docencia e Investigación, Hospital Italiano, Buenos Aires, 1977.
7. Fourtuin NJ, Hood WP Jr, Craige E: Evaluation of left ventricular function by echocardiography. *Circulation* 46: 26, 1972.
8. Feigenbaum H: Echocardiography, p 318, 2d ed. Lea and Febiger, Philadelphia, 1976.
9. Pombo IF, Troy BL, Russel RO: Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography. *Circulation* 43: 480, 1971.
10. Ludbrook P, Kartiner JS, Peterson K, Leopold G, O'Rourke RA: Comparison of ultrasound and cineangiographic measurements of left ventricular performance in patients with and without wall motion abnormalities. *Br Heart J* 35: 1026, 1973.
11. Popp RL, Alderman EL, Brown OR, Harrison DC: Sources of error in calculation of left ventricular volumes by echography (abstract). *Am J Cardiol* 31: 152, 1973.
12. Teichholz LE, Kreuten T, Herman MV, Gorlin R: Problems in echocardiographic volumes determinations. Echocardiographic-angiographic correlation in the presence or absence of asynergy. *Am J Cardiol* 37: 7, 1975.
13. Rasmussen S, Corya B, Feigenbaum H, Jo Black M, Lovelace E, Philips JF, Noble JR, Knoebel S: Stroke volume calculated from the mitral echogram in patients with and without ventricular dyssynergy. *Circulation* 58: 125, 1978.
14. Massie BM, Schiller NB, Ratshin RA, Parmley W: Mitral-septal separation: new echocardiographic index of left ventricular function. *Am J Cardiol* 39: 1008, 1977.
15. Feigenbaum H: Clinical applications of echocardiography. *Prog. Cardiovasc Dis* 14: 531, 1972.
16. Kingsley B: Stroke volume and cardiac output by echocardiography. *J Audio Engin Soc* 18: 692, 1970.
17. Feigenbaum H, Popp RL, Wolfe SB, Pombo JF, Hainw CL, Dodge HT: Ultrasound measurement of the left ventricle: a correlative study angiography. *Arch Intern Med* 129: 461, 1972.
18. Greene DG, Carlisle R, Grant C, Bunnell IL: Estimation of left ventricular volume by one plane cineangiography. *Circulation* 35: 61, 1967.
19. Salcedo EE, Pichard A, Siegel W: Evaluation of left ventricular function by cardiac catheterization, echocardiography and systolic time intervals. *Cleve Clin Q* 43: 151, 1976.

20. Dodge HT, Baxley WA: Hemodynamic aspects of heart failure. *Am J Cardiol* 22: 24, 1968.
21. Graham TP Jr, Jarmakani MM: Evaluation of ventricular function in infants and children. *Ped Clin of NA* 18: 1109, 1971.
22. Thompson R, Yacoub M, Ahumed M, Seabra-Gomes R, Richards A, Towers M: Influence of preoperative left ventricular function on results of homograft replacement of the aortic valve for aortic stenosis. *Am J Cardiol* 43: 929, 1979.
23. Sweet RL, Maraski RE, Russell RO Jr, Rackley CE: Relationship between echocardiography, cardiac output and abnormally contracting segments in patients with ischemic heart disease. *Circulation* 52: 634, 1975.
24. Ratshin RA, Boyd CN, Rackley CE: Quantitative echocardiography. Correlations with ventricular volumes by angiography in patients with coronary artery disease with and without wall motion abnormalities (abstract). *Circulation* 48 (suppl IV): IV-48, 1973.
25. Lalani AV, Lee SJK: Echocardiography measurement of cardiac output using the mitral valve and aortic root echo. *Circulation* 54: 738, 1976.
26. Pratt RC, Parisi AF, Harrington JJ, Sasahara M: The influence of left ventricular stroke volume on aortic root motion: an echocardiographic study. *Circulation* 53: 947, 1976.
27. Laniado S, Yellin E, Kotter M, Levy L, Stadler J, Terdiman R: A study of the dynamic relations between the mitral valve echogram and phasic mitral flow. *Circulation* 51: 104, 1975.
28. Kronik G, Slany J, Mossbacher H: Comparative value of eight M-mode echocardiographic formulas for determining left ventricular stroke volume. *Circulation* 60: 1308, 1979.
29. Escudero EM, Plastino JA, Bozzano A: Utilidad de ciertos parámetros ecocardiográficos en el pronóstico del infarto agudo de miocardio. *Rev Fed Arg Cardiol* 9: 36, 1980.
30. Lew W, Henning G, Schelbert H, Karliner JS: Assessment of mitral valve E point-septal separation as an index of left ventricular performance in patients with acute and previous myocardial infarction. *Am J Cardiol* 41: 836, 1978.
31. Hammermeister KE, Warbasse JR: The rate of change of left ventricular volume in man. Diastolic events in health and disease. *Circulation* 49: 739, 1974.