

Ventriculograma normalizado

JOSE PEDRO PATRITTI
RICARDO PICHEL
JORGE LEGUIZAMON
PATRICIO NAVARRO
LUIS M. DE LA FUENTE
RENE FAVALORO

Fundación Güemes
Fundación Favaloro
Buenos Aires, Argentina

La representación gráfica de la evaluación regional de la función ventricular izquierda a través de un modelo simple y práctico, definido a partir del índice de acortamiento radial normalizado (ARNor), el ventriculograma normalizado, nos permite acceder a un intento de cuantificación del área asinérgica mediante un índice derivado de magnitudes unidimensionales que guarda excelente correlación con índices que evalúan globalmente la función ventricular izquierda, al cual denominamos Índice de Asinergia (IA). Dicho índice de asinergia es el cociente entre la suma de las distancias al círculo 1 de los radios con acortamiento radial normalizado menor de 1 ± 0.086 y la suma de las distancias que limitan los círculos (0) y (1) para todos los radios (acortamiento normal), o sea el cociente entre la suma de acortamientos radiales deficitarios y la suma de los acortamientos radiales normales. El valor 0 ± 0.086 indica ausencia de asinergia, adoptando valores mayores de 0 de acuerdo con el grado y extensión del área asinérgica. El índice de asinergia como posibilidad de estimar cuantitativamente el área asinérgica adquiere particular importancia en la cardiopatía isquémica por sus implicancias diagnósticas, terapéuticas y pronósticas.

Toda aproximación a la cuantificación de áreas asinérgicas ha despertado siempre indudable interés, derivado de la frecuencia progresivamente creciente de la patología coronaria que, característicamente, compromete sectorialmente al ventrículo izquierdo, ya sea en forma reversible o irreversible.^{1,2}

El logro de dicha cuantificación adquiere así notoria relevancia en toda evaluación diagnóstica, terapéutica y pronóstica.³

Conforme a ello, hemos delineado lo que denominamos Ventriculograma Normalizado, como expresión gráfica de la evaluación regional de la función ventricular izquierda y, a partir del mismo, establecido un método para cuantificar áreas asinérgicas.

MATERIAL Y METODOS

El acortamiento radial normalizado ($ARNor = \frac{\text{Acortamiento radial calculado}}{\text{Acortamiento radial normal}}$) es el factor fundamental que permite acceder a la representación gráfica de la patente contráctil del ventrículo izquierdo.

Los contorneos diastólico y sistólico habituales, junto a nuestra sistematización radial, posibilitan, al normalizar los acortamientos

Dirección Postal:

Fundación Güemes, Fundación Favaloro,
Avda. Córdoba 3933,
(1188) Buenos Aires, Argentina

radiales, utilizar el ventriculograma en proyección oblicua anterior derecha como propuesta gráfica para el comportamiento contráctil del ventrículo izquierdo (Fig. 1). Pero las longitudes diferentes de los 13 radios y la posibilidad de trabajar con una misma escala radial para la cuantificación del área asinérgica, nos llevó a considerar otra opción gráfica (Fig. 2).

La misma se caracteriza por 3 círculos concéntricos que intersecan los 13 radios (de acuerdo con la sistematización radial de nuestro Laboratorio) que tienen el mismo centro y donde se representan los acortamientos radiales normalizados correspondientes.

El círculo señalado con (1) representa el comportamiento normal para todos los radios; es decir, a un ventrículo izquierdo con esa característica le corresponde una patente contráctil normal.

El círculo (0) denota ausencia de acortamiento sistólico.

El círculo (-1) nos delimita la distancia (0) - (-1), permitiéndonos individualizar el comportamiento discinético de cualquiera de los radios y caracterizar su grado.

Todo acortamiento sistólico que supere el valor normal del radio en cuestión, estará entre el valor (1) y el centro radial común. Queda así establecido para todos los radios un rango de acortamiento que cubre el amplio espectro posible, ya sea respuestas normales, por encima del límite normal o deficitarias, considerando dentro de estas últimas las de tipo discinético; traduciendo todas ellas el comportamiento contráctil segmentario del ventrículo izquierdo (Fig. 3).

De esta manera, si trasladamos a cada uno de los 13 radios del ventriculograma normalizado los valores de los acortamientos radiales normalizados correspondientes y los unimos, determinamos la patente contráctil para cada caso considerado (Fig. 4).

A partir del área comprendida entre el círculo (1) y la línea que resulta de unir los radios afectados, cuantificamos el área asinérgica al relacionarla con el área delimitada por los círculos (0) y (1) junto con los radios 1 y 13.

Si bien trabajar bidimensionalmente (áreas) apunta al logro de determinaciones más exactas,

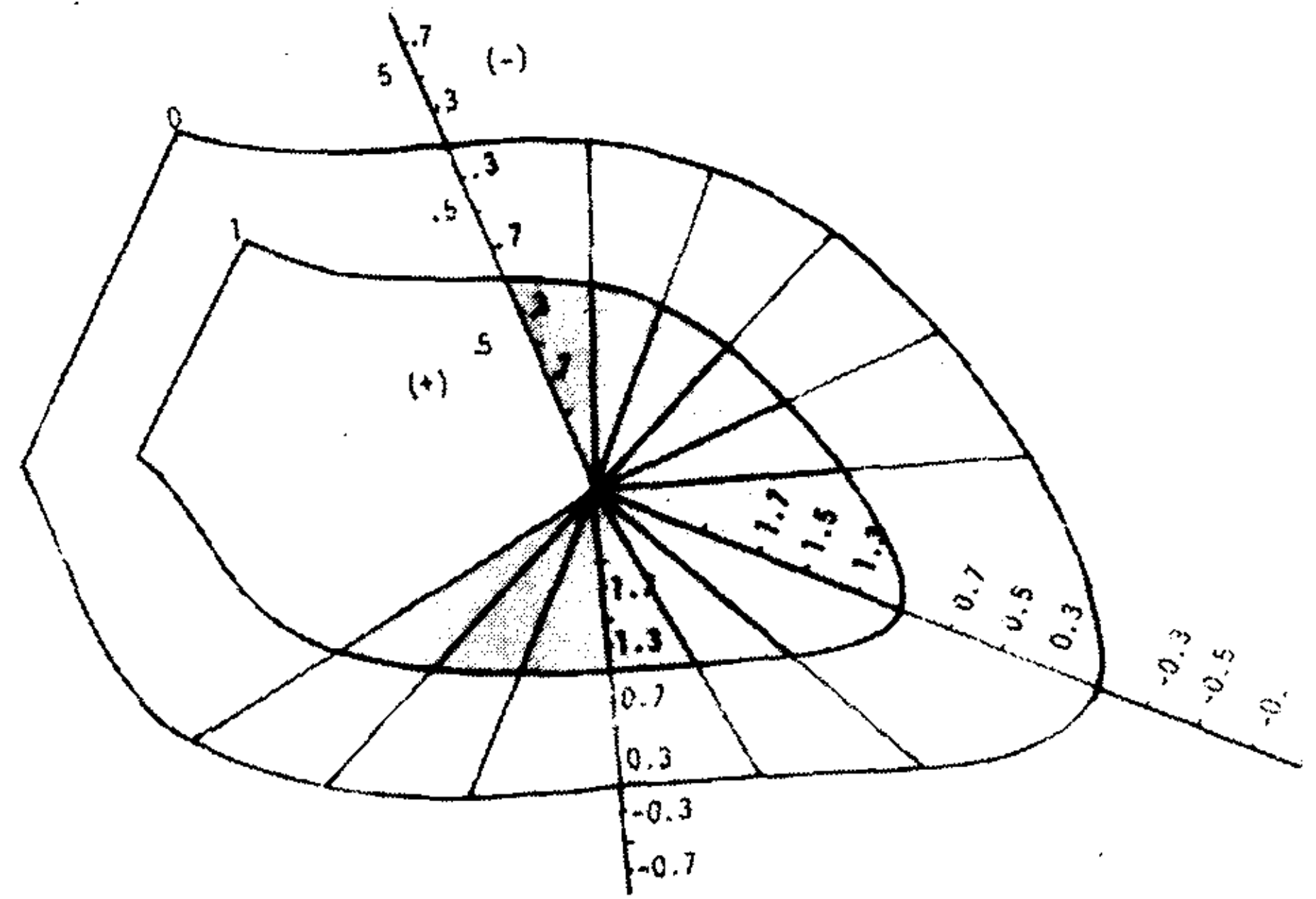


Fig. 1. Ventriculograma normalizado. Obsérvese la diferencia de longitud de los diferentes radios, implicando distintas escalas. En cada uno de los radios se representa el valor del acortamiento radial normalizado correspondiente. Los límites son comunes para todos ellos: (0) indica ausencia de acortamiento; (1) acortamiento normal. Valores negativos permiten incluir segmentos discinéticos. Valores mayores de 1 definen a los segmentos hipercontráctiles.

tratar con magnitudes unidimensionales (lineales) aporta, a la vez que simplicidad, resultados no significativamente diferentes.

La cuantificación del grado de asinérgia está basada en nuestro Índice de Asinérgia (IA), definido como el cociente entre la suma de las distancias al círculo (1) de todos los radios afectados (inclusivamente los discinéticos) y la suma de la distancia entre los círculos (0) y (1) para todos los radios (Fig. 5). Es decir, el cociente entre la suma de los acortamientos radiales deficitarios y la suma de todos los acortamientos radiales normales.

El valor 0 ± 0.086 del Índice de Asinérgia caracteriza a la ausencia de asinérgia.

La presencia de una alteración contráctil determinará un Índice de Asinérgia mayor de 0 ± 0.086 , de acuerdo al grado y extensión de la misma (Fig. 6).

La validez del Índice de Asinérgia (IA) se concretó a través de la consideración de 10 pacientes portadores de obstrucciones coronarias severas (70-90%), en quienes el ejercicio dinámico (ciclo ergométrico) determinó áreas asinérgicas reversibles de extensión variable, evaluadas con el Índice de Asinérgia definido.⁴

Se utilizaron la presión de fin de diástole, el

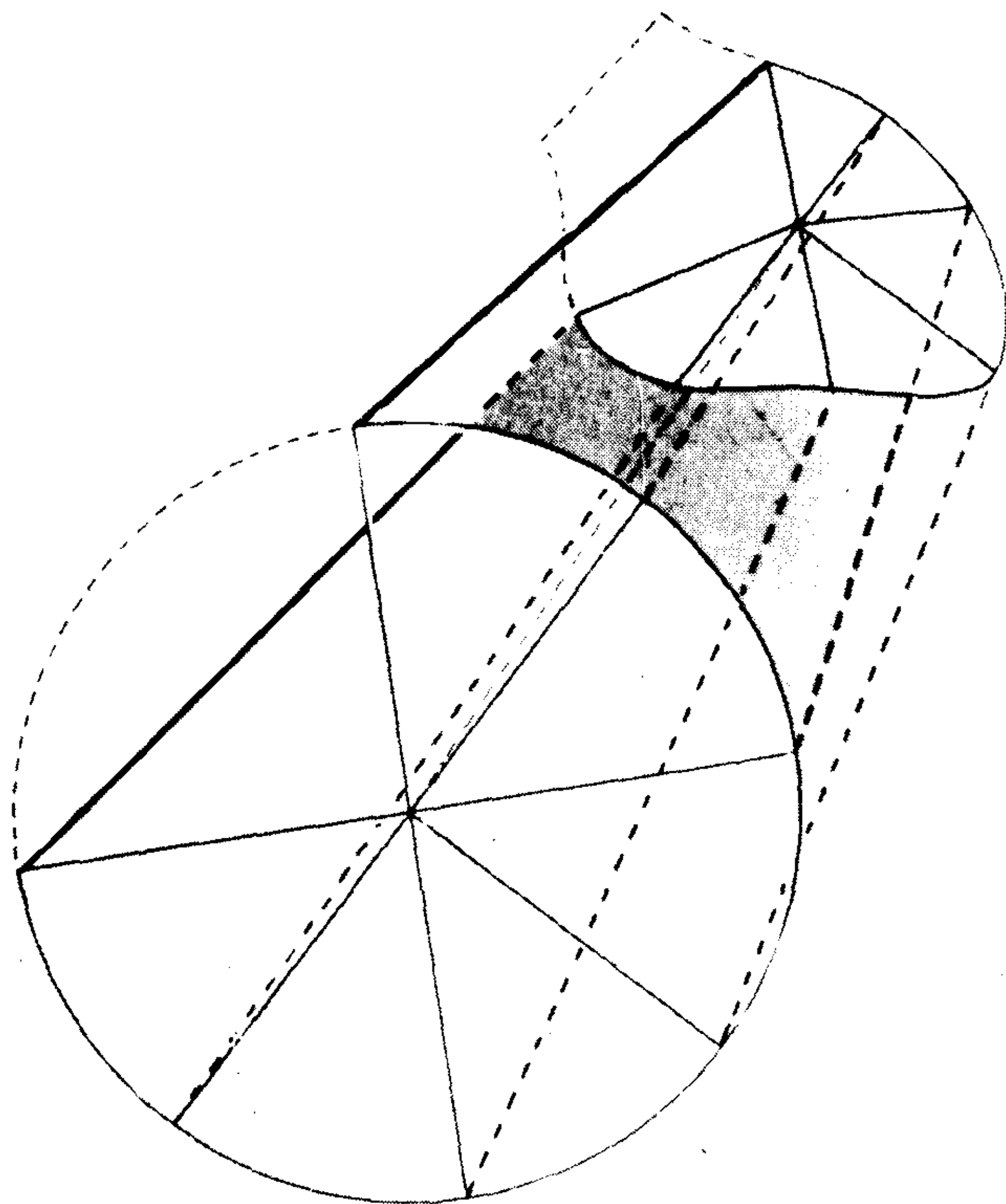


Fig. 2. Traslación de radios del ventriculograma en proyección oblicua anterior derecha al ventriculograma normalizado.

volumen de fin de diástole, el volumen de fin de sístole, la fracción de eyección y la velocidad media de eyección sistólica normalizada, como expresión del funcionamiento global del ventrículo izquierdo.

RESULTADOS

Las Figs. 7 y 8 muestran los valores basales y con el ejercicio de la presión de fin de diástole, volumen de fin de diástole, volumen de fin de sístole, fracción de eyección y velocidad media de eyección sistólica normalizada, como también del Índice de Asinergia (IA) para los 10 pacientes.

La correlación del volumen de fin de diástole, el volumen de fin de sístole y fracción de eyección con el Índice de Asinergia (IA) es elocuente en demostrar cómo se deteriora globalmente la función ventricular izquierda, a medida que el índice asinérgico es mayor (Figs. 9, 10 y 11).

Pensando en que estábamos considerando

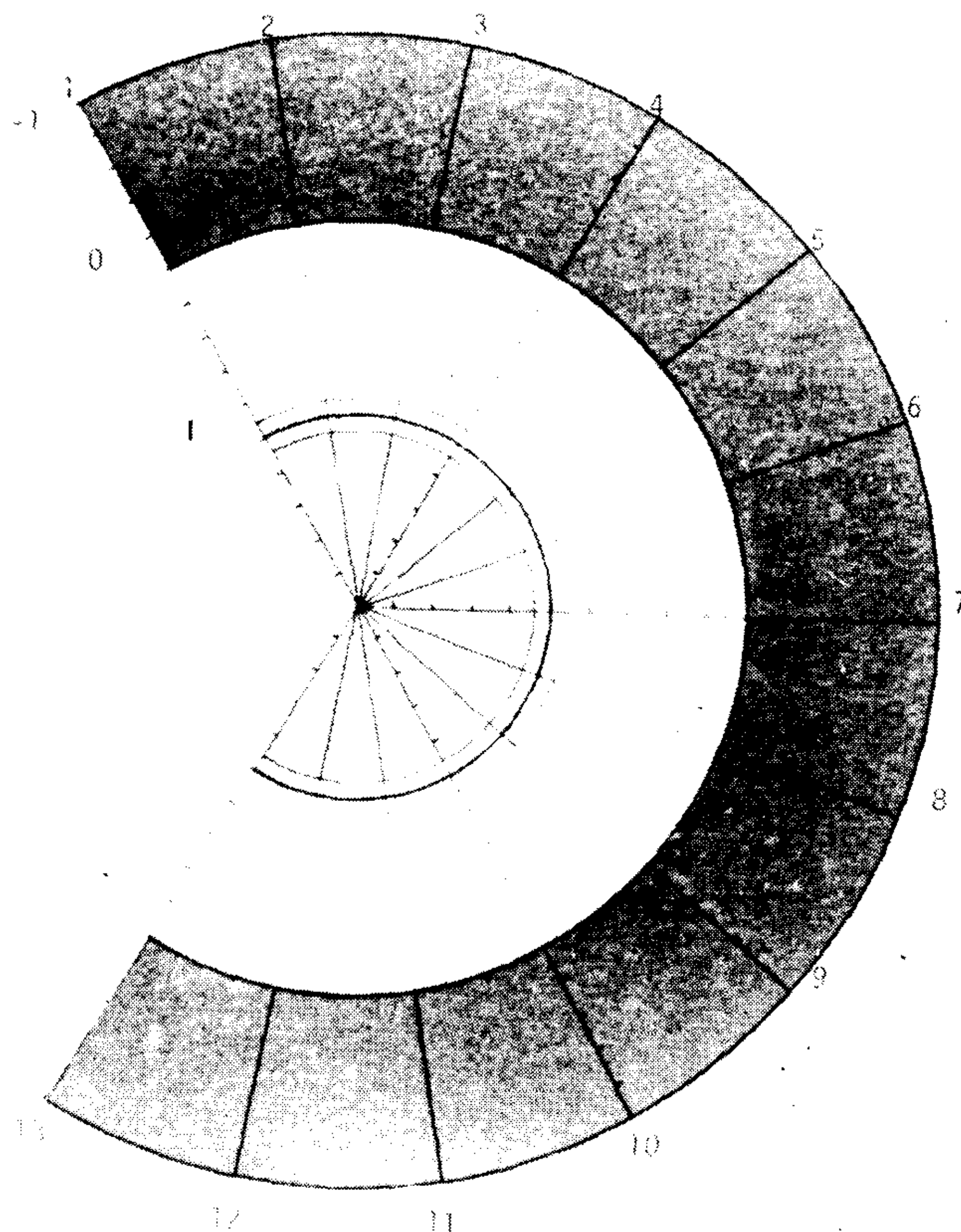


Fig. 3. Modelo del ventriculograma normalizado. En cada uno de los 13 radios se representan los valores del acortamiento de radio normalizado. El círculo (1) indica comportamiento normal, el círculo (0) ausencia de acortamiento sistólico y el (-1) permite, al delimitar la distancia (0)-(-1), la inclusión de segmentos discinéticos.

áreas asinérgicas reversibles, donde la rapidez de su producción limita el papel compensador del resto de las paredes del ventrículo izquierdo, nos propusimos analizar áreas asinérgicas irreversibles (infartos crónicos), donde la función del ventrículo izquierdo globalmente está determinada por el área asinérgica y el comportamiento de los sectores parietales no comprometidos. De esta manera, 18 pacientes fueron estudiados, encontrándose una excelente correlación lineal entre la fracción de la eyección y el Índice de Asinergia, coeficiente de correlación $r = -0,9304$ (Fig. 12).

Toda esa elaboración mental nos llevó a definir lo que denominamos Índice de Asinergia corregido (IAC), que resulta ser el índice de asinergia (IA) al cual le restamos los valores de los radios hipercinéticos. Así se logra mejorar la excelente correlación arriba señalada, entre la

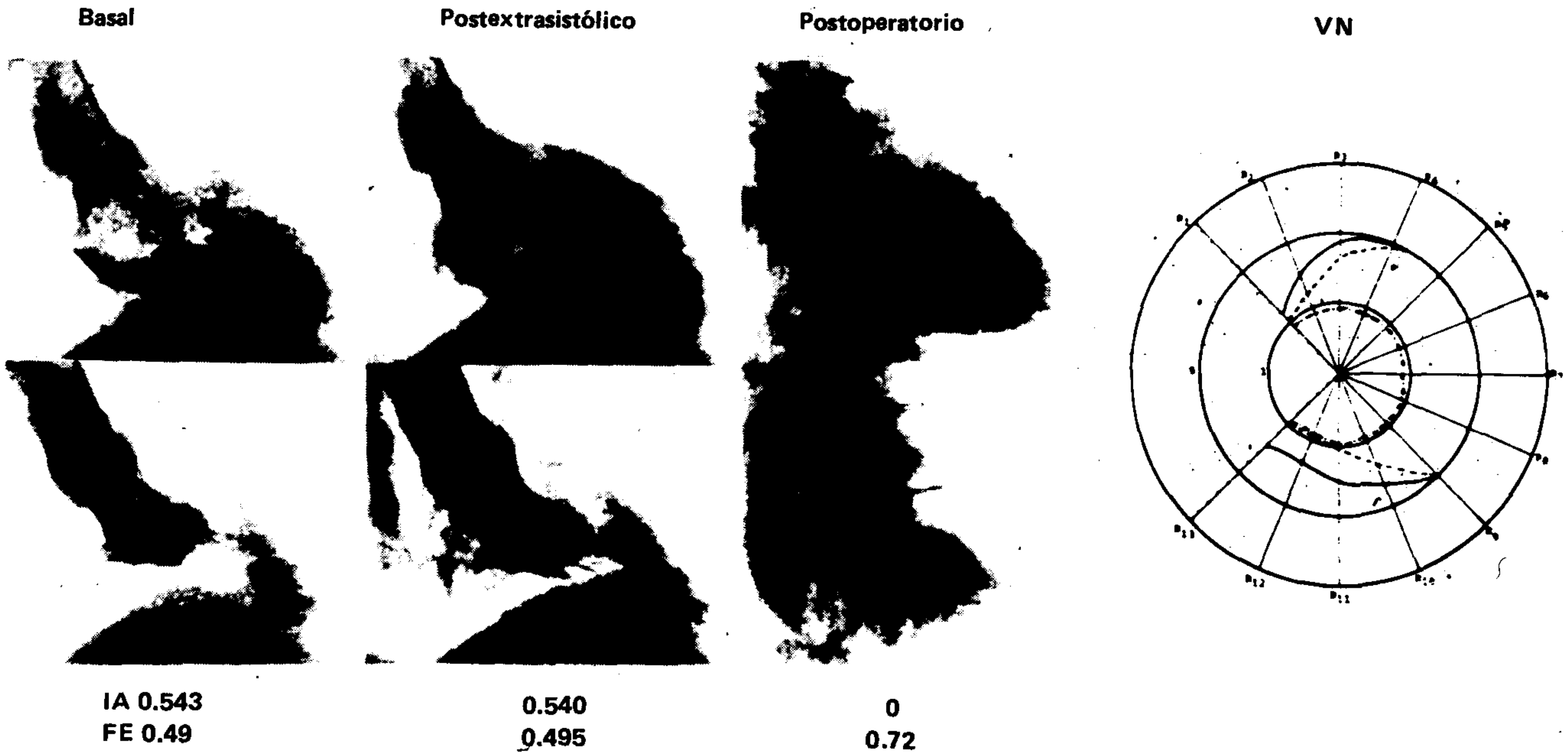


Fig. 4. A) Ventriculograma izquierdo, diástole y sístole, en condiciones basales. B) Ventriculograma izquierdo, diástole y sístole, durante el ejercicio dinámico. C) Ventriculograma normalizado correspondiente.

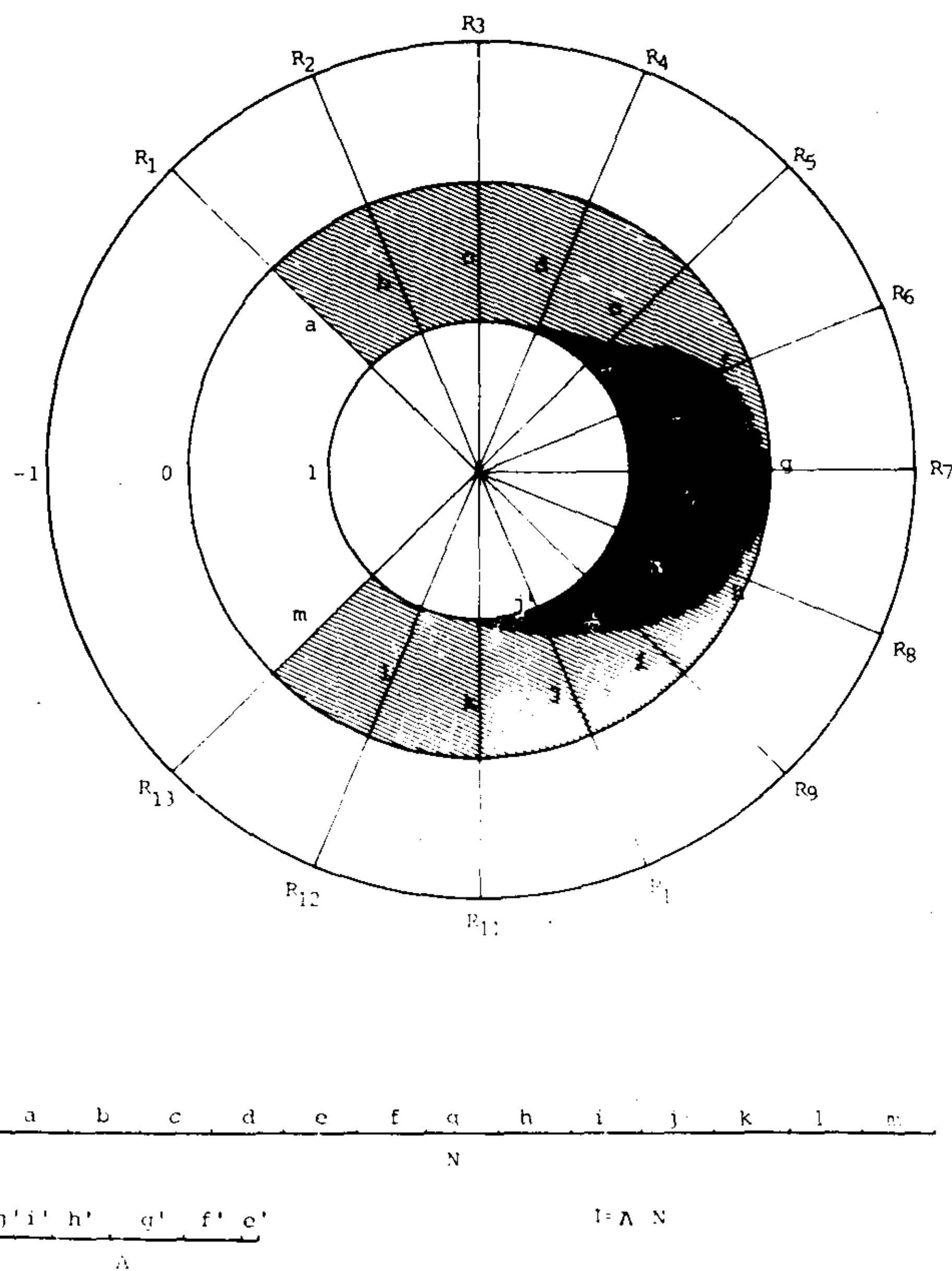


Fig. 5. Índice de Asinergia. El área rayada (limitada por los círculos (0) y (1) para todos los radios) representa acortamiento sistólico normal. El área cuadrículada corresponde a los radios con déficit de acortamiento sistólico. El cociente entre las distancias al círculo (1) de los radios afectados ($j'+i'+h'+g'+f'+e' = A$) y la distancia entre los círculos (0) y (1) para todos los radios ($a+b+c+d+e+f+g+h+i+j+k+l+m = N$) define el Índice de Asinergia: $IA = \frac{A}{N}$.

GRADOS DE ASINERGIA DETERMINADOS POR EL INDICE DE ASINERGIA

INDICE DE ASINERGIA (IA)

0 ± 0.086 NORMAL

$> 0 \pm 0.086$

Hasta 0.25 LEVE
0.26 a 0.50 MODERADA
Mayor de 0.50 SEVERA

Fig. 6. Grados de asinergia determinados por el Índice de Asinergia 0 ± 0.086 denota ausencia de asinergia. Valores mayores de 0 indican asinergia.

BASAL

Pte.	VFD	VFS	FE	VMESN	IA	PFD
1	75	22.5	0.70	2.414	0.0106	11
2	74	17.76	0.76	2.633	0	12
3	80	26.4	0.67	2.323	0.0416	12
4	76	24.04	0.71	2.476	0	10
5	78	20.28	0.74	2.58	0	11
6	75	22.5	0.70	2.443	0.009	12
7	73	19.5	0.75	2.608	0	10
8	30	26.4	0.67	2.335	0.0427	11
9	79	18.17	0.77	2.671	0	11
10	81	25.92	0.68	2.375	0.0425	12

\bar{X} 77.6 \pm 2.46 22.34 \pm 3.32 0.7205 \pm .037 2.4853 \pm .128 0.0195 \pm .0195 11.2 \pm .79

Fig. 7. VFD = Volumen fin de diástole, mmHg. VFS = Volumen fin de sístole mmHg. FE = Fracción de eyección. VMESN = Velocidad media de eyección sistólica normalizada, vol. fin diást./seg. IA = Índice de Asinergia. PFD = Presión de fin de diástole mmHg, condiciones basales.

ESFUERZO

Pte.	VFD	VFS	FE	VMESN	IA	PFD
1	77	35.42	0.543	1.872	0.399	22
2	76	38	0.508	1.753	0.549	26
3	32	52.48	0.365	1.259	0.740	34
4	77	28.49	0.63	2.175	0.241	18
5	79	53.72	0.323	1.114	0.848	32
6	77	40.31	0.473	1.631	0.624	26
7	78	31.98	0.590	2.035	0.453	23
8	81	59.13	0.271	0.934	0.305	38
9	53	39.34	0.524	1.809	0.474	25
10	82	51.66	0.37	1.277	0.782	30

\bar{X} 79.2 \pm 2.57 43.153 \pm 10.38 0.4597 \pm .12 1.5359 \pm .416 0.5915 \pm .2015 27.4 \pm 6.059

Fig. 8. VFD = Volumen fin de diástole. VFS = Volumen fin de sístole. FE = Fracción de eyección. VMESN = Velocidad media de eyección sistólica normalizada. IA = Índice de Asinergia. PFD = Presión de fin de diástole, ejercicio dinámico.

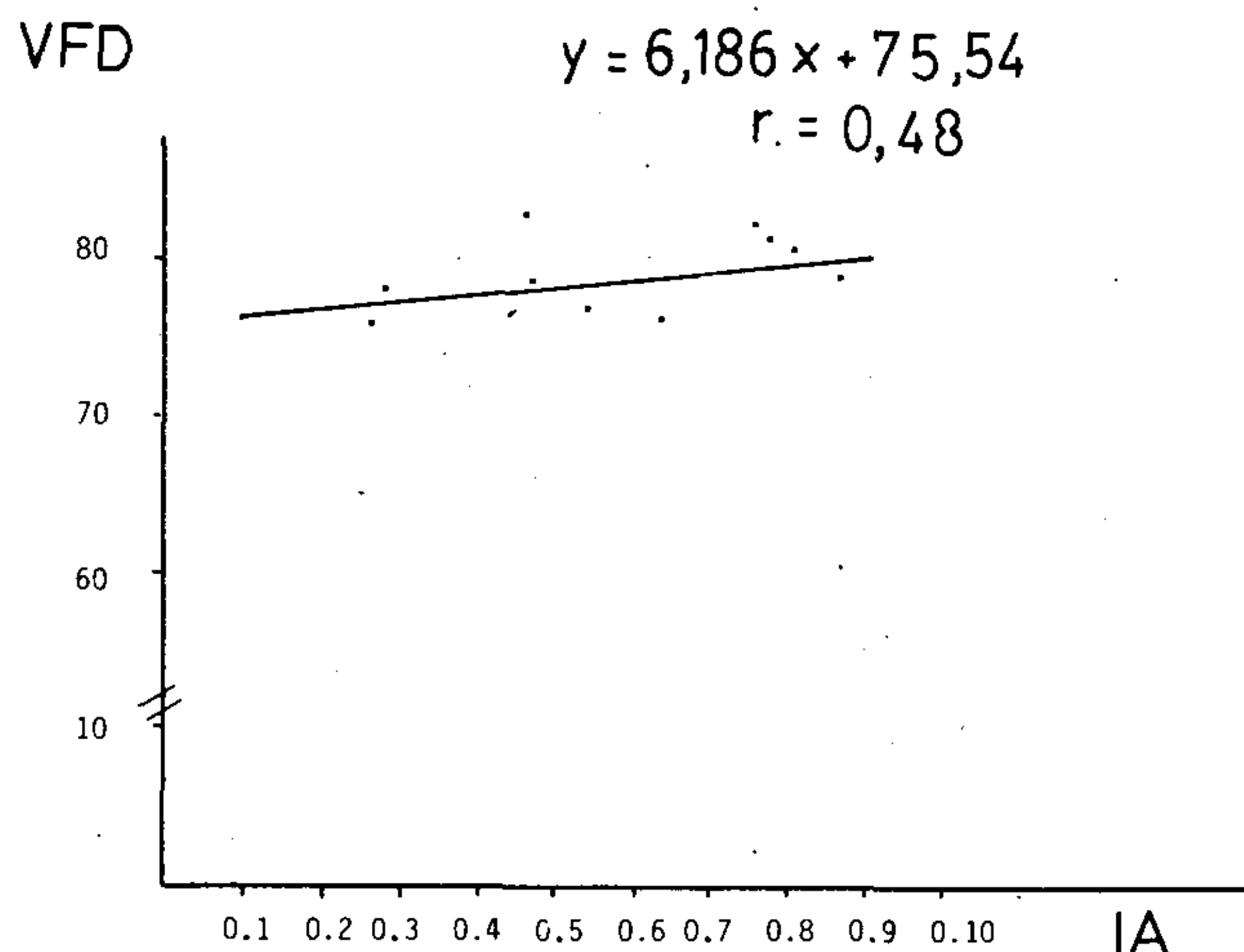


Fig. 9. Correlación lineal entre el volumen de fin de diástole (VFD) y el Índice de Asinergia (IA). Coeficiente de correlación $r = 0,48$.

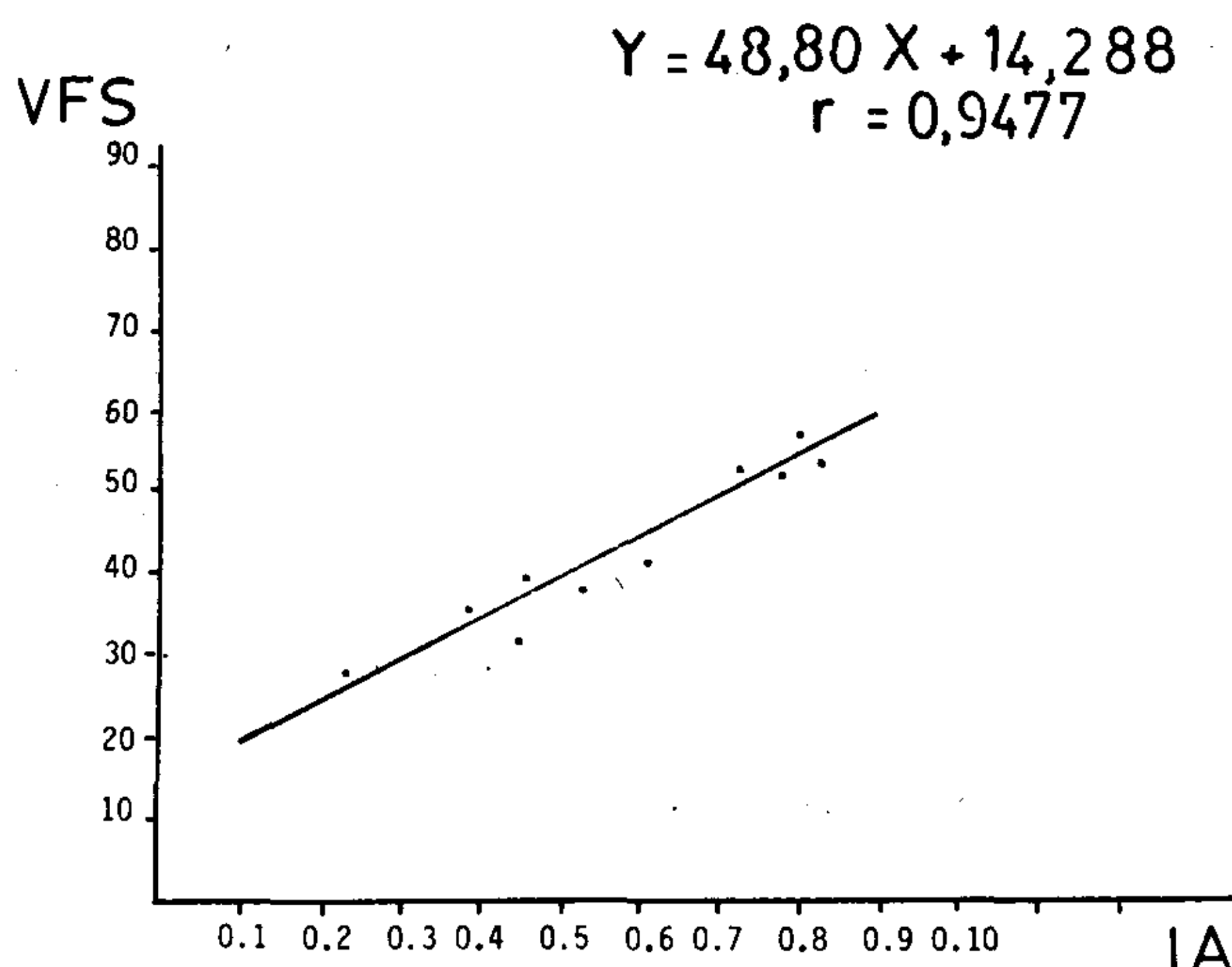


Fig. 10. Correlación lineal entre el volumen de fin de sístole (VFS) y el Índice de Asinergia (IA). Coeficiente de correlación $r = 0,9477$.

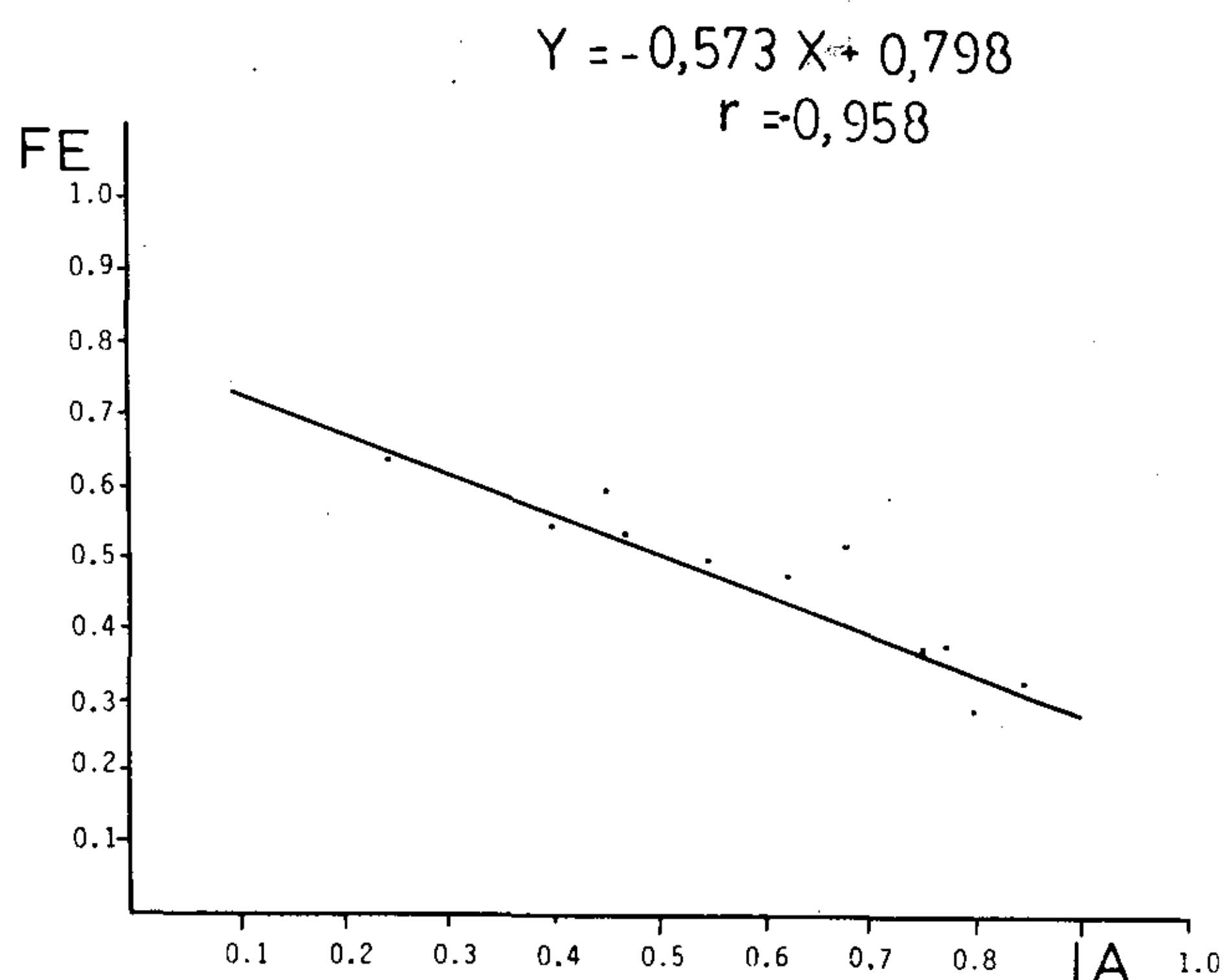


Fig. 11. Correlación lineal entre la fracción de eyección (FE) y el Índice de Asinergia (IA). Coeficiente de correlación $r = -0,958$.

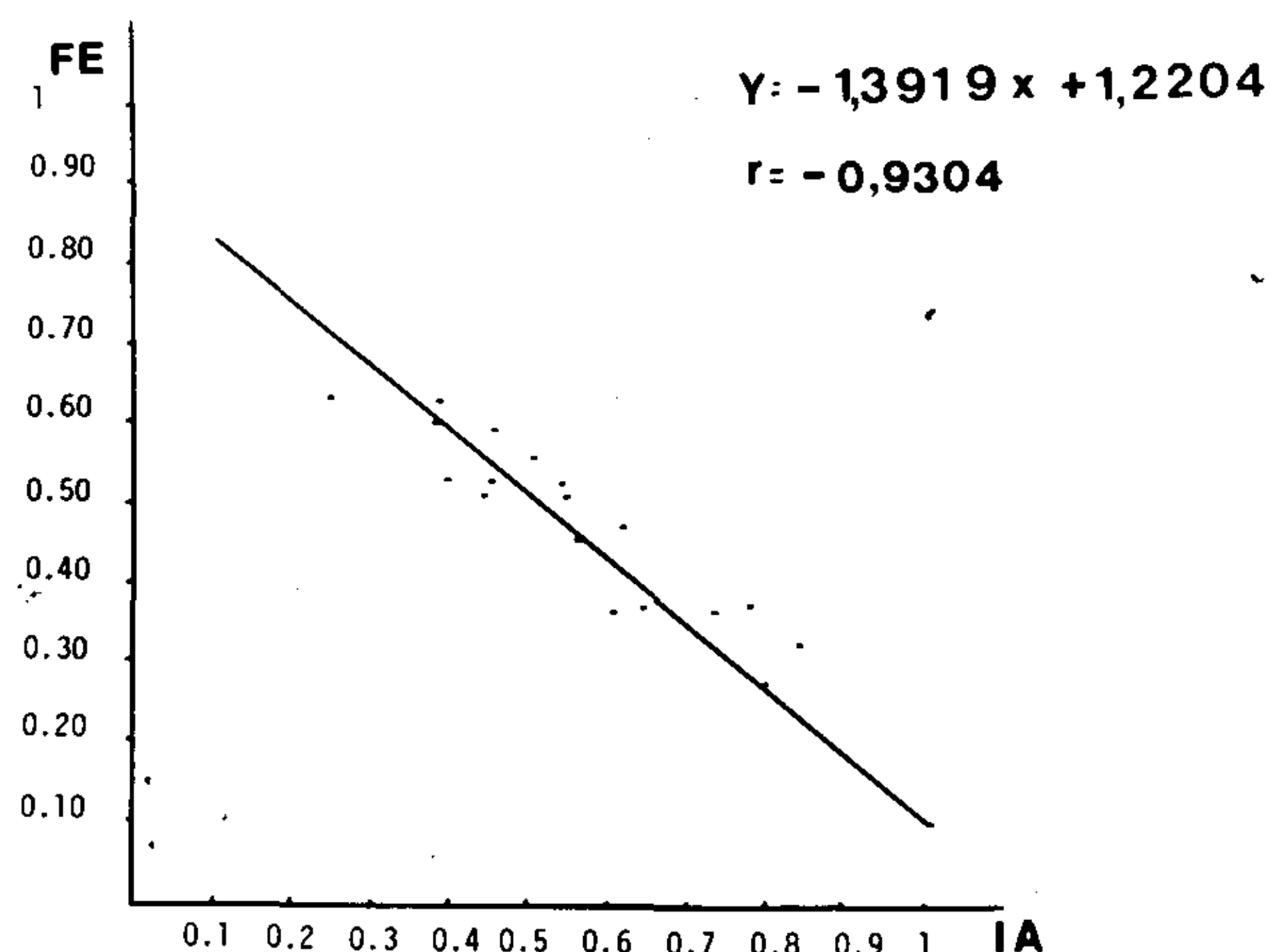


Fig. 12. Correlación lineal entre la fracción de eyección (FE) y el Índice de Asinergia (IA) en infartos crónicos de miocardio. Coeficiente de correlación $r = -0,9304$.

caracterización funcional global del ventrículo izquierdo (fracción de eyección) y el área asinérgica, aumentando también, en forma ostensible, el poder de discriminación de la afectación funcional del ventrículo izquierdo, de fundamental proyección pronóstica y terapéutica (Figs. 13 y 14).

DISCUSION

La propuesta gráfica analizada para representar

el comportamiento regional del ventrículo izquierdo, que se fundamenta en el índice de acortamiento radial normalizado y cuya morfología deriva de considerar la misma escala para cada uno de los 13 radios, es independiente de la sistematización radial y justifica plenamente, por su simplicidad y practicidad, su desarrollo. Si bien su descripción se refirió a la sístole total, puede ser usado para graficar el comportamiento contráctil del ventrículo izquierdo en distintas

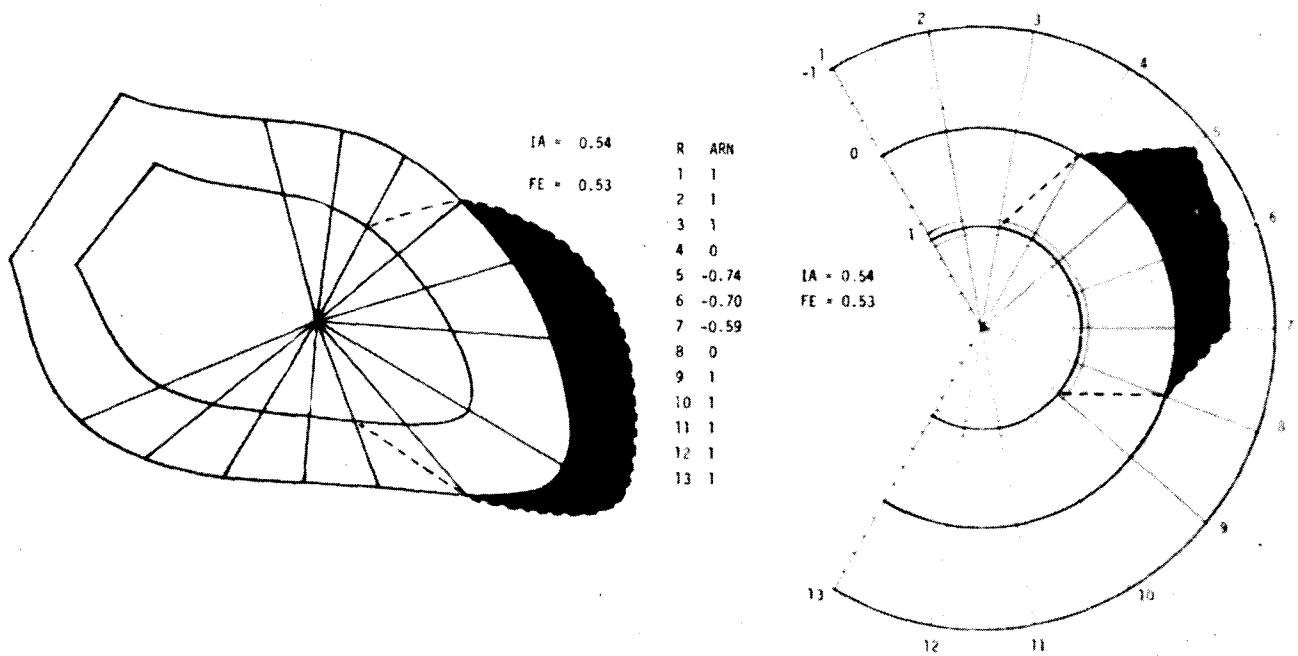


Fig. 13. Asineria anteroapical. Su representaci3n gr1fica en el ventriculograma normalizado. IA = Indice de Asineria. FE = fracci3n de eyecci3n.

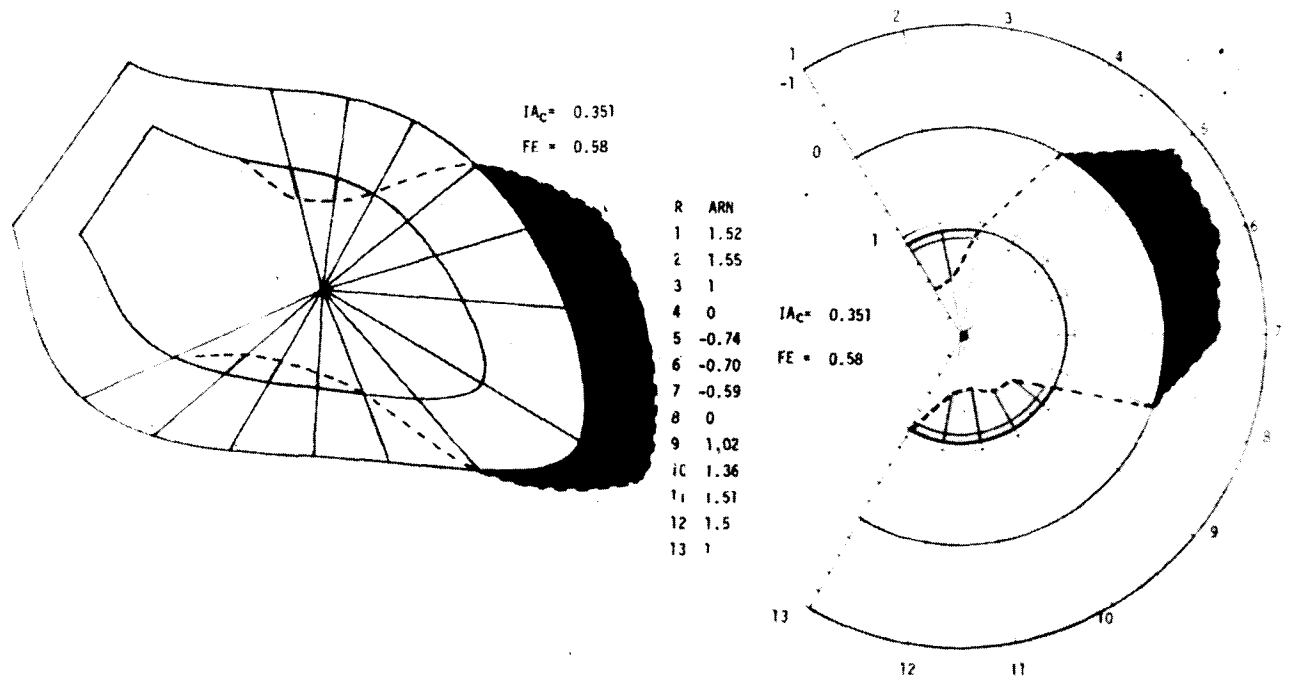


Fig. 14. Igual 1rea asin1rgica que el ejemplo anterior, pero con comportamiento hipercin1tico de los radios restantes. El Indice de Asineria corregido (IA_C) discrimina con precisi3n ambos casos, explicando valores diferentes de la fracci3n de eyecci3n (FE).

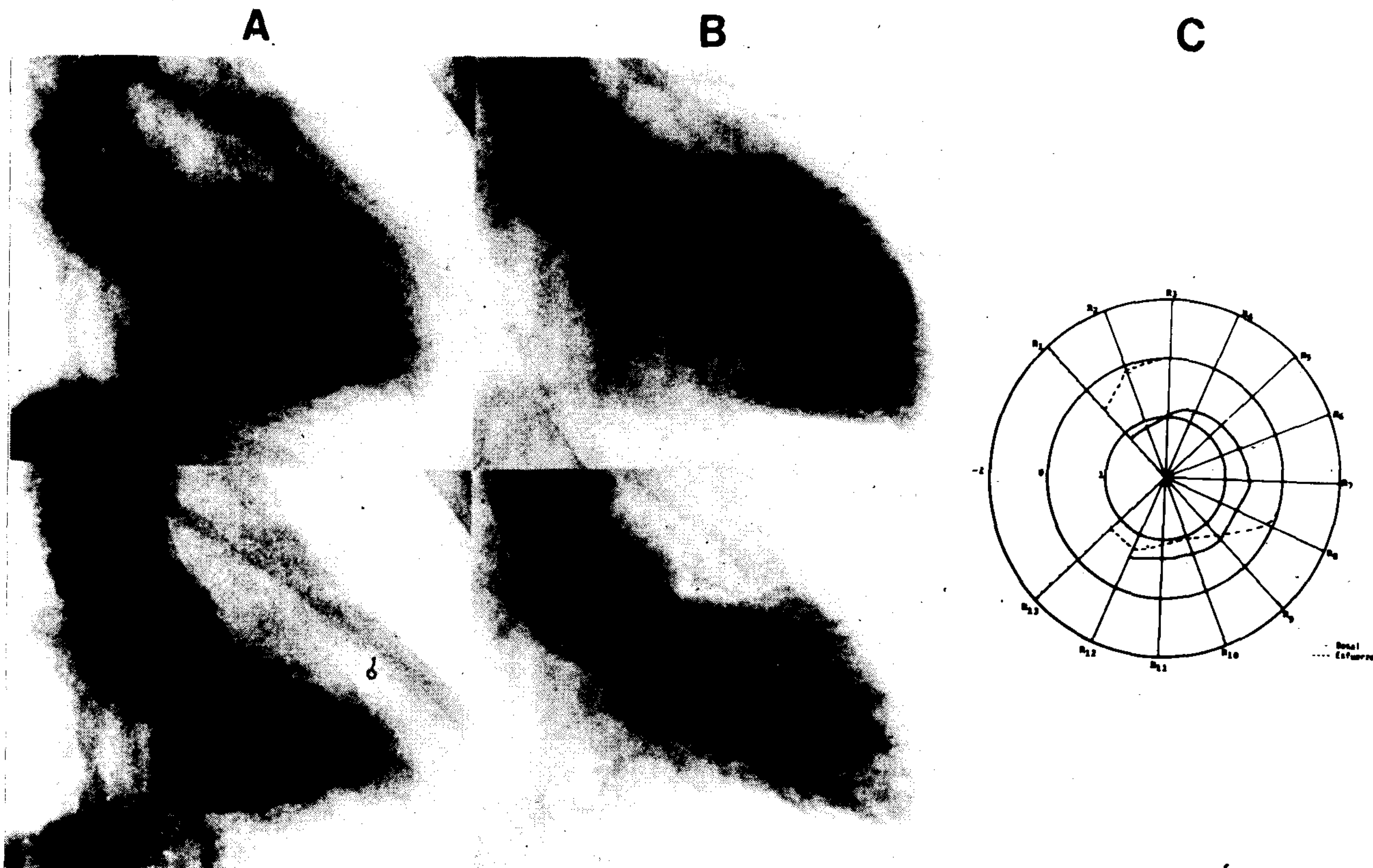


Fig. 15. Ventriculograma izquierdo, diástole y sístole, basal, en el latido postextrasistólico y postoperatorio. VN = ventriculograma normalizado correspondiente.

fases de la misma (primer tercio, primera mitad), una vez definidos los acortamientos radiales correspondientes. Además, permite en un ventriculograma normalizado la traducción gráfica de la patente contráctil del ventrículo izquierdo en condiciones basales y, luego de procedimientos tales como la administración de nitroglicerina, el análisis del latido potenciado postextrasistólico e inclusive la cirugía de revascularización miocárdica con criterio comparativo (Fig. 15).

Pero sin ninguna reserva su relevancia estriba en lograr a partir del mismo una estimación cuantitativa del área asinérgica con sólo el manejo de magnitudes unidimensionales, a través del Índice de Asinergia (IA) y el Índice de Asinergia corregido (IAc).

La excelente correlación entre los índices que tienen que ver con la función global del ven-

trículo izquierdo y el índice de asinergia, demostrando un deterioro ventricular global progresivo en relación a valores crecientes del índice, aboga a favor de la validez del mismo como tentativa para cuantificar asinergias.

Su mayor limitación, aunque no invalidante, radica en que es una derivación monoplana (proyección oblicua anterior derecha) y somos plenamente conscientes de la existencia de áreas asinérgicas sin traducción en dicha proyección, pero perfectamente delimitables en oblicua anterior izquierda, especialmente en lo que se refiere al septum interventricular y la pared lateral.

Por esa razón, la sistematización radial de la proyección oblicua anterior izquierda concentra nuestra atención, incentivada por la dificultad que entraña y a sabiendas que la determinación biplana simultánea es condición indispen-

sable para su uso.

Concluimos que el ventriculograma normalizado es una herramienta pràctica para traducir la patente contràctil del ventrículo izquierdo en distintas condiciones, a la vez que es el fundamento para la cuantificación de asinergias mediante un procedimiento unidimensional al cual denominamos Índice de Asinergia (IA).

NORMALIZED VENTRICULOGRAM

The graphic representation of the segmental wall motion of the left ventricle through a simple and practical model, defined from the normalized radius shortening index, is the normalized ventriculogram. In this way we try to quantify the asynergic area through an index derived from lineal magnitudes, which keeps good relation to the indices that evaluate the overall ventricular function, and it is named "Asynergy Index" (AI). It results from the division between the sum of all the distances

of the radii below 1 to the circle (1) and the sum of the distances that are between the circles (0) and (1) for every radius (normal shortening). Cero means no asynergy and any value greater than it, depends on the extension and degree of the asynergy. This index makes it possible to quantify the asynergic area, which is very important in coronary heart disease because of its diagnostic, therapeutic and prognostic value.

BIBLIOGRAFIA

1. Herman MV, Gorlin R: Localized disorders in myocardial contraction. *New Eng J Med* 277: 222, 1967.
2. Leighton RF et al: Detection of hypokinesis by a quantitative analysis of left ventricular cineangiograms. *Circulation* 50: 121, 1974.
3. Pichel R, Patrìtti JP, Alvarez C, Leguizamón J, de la Fuente LM, Favalaro RG: Asinergismo segmentario del ventrículo izquierdo. *Rev. Arg. de Cardiol.* 47: 215, 1979.
4. Patrìtti JP, Leguizamón J, Caramutti V, Favalaro RG, de la Fuente LM: Isquemia miocàrdica regional y función ventricular izquierda. Reunión Científica de la Sociedad Argentina de Cardiología, noviembre 1978.