

Asinergismo Segmentario del Ventrículo Izquierdo

Dres.: RICARDO PICHEL, JOSE PEDRO PATRITTI, JORGE HUGO LEGUIZAMON, CARLOS ALVAREZ IORIO, LUIS M. de la FUENTE y RENE G. FAVALORO *

RESUMEN

Se presenta un índice sensible y específico del asinergismo segmentario del ventrículo izquierdo. Previamente se definen otras dos magnitudes relacionadas, una a la actividad global y otra a la actividad segmentaria del ventrículo izquierdo.

A continuación se define el coeficiente de acortamiento (CA) para cada radio, el cual corresponde al cociente entre la magnitud segmentaria y global.

Se estudia la distribución de los valores normales de cada CA y se define una nueva magnitud: el coeficiente de acortamiento normalizado.

Este índice es la relación entre el CA observado y el normal correspondiente.

Por último se propone una representación gráfica llamada "Ventriculograma cuantificado".

1. INTRODUCCION

Todo índice debe satisfacer dos propiedades esenciales: sensibilidad y especificidad respecto de la magnitud de la que pretende informar.

Hasta el momento, los índices de asinergismo segmentario representados por las velocidades circunferenciales y los porcentajes de acortamiento radial sólo han cumplido con el primero, ya que el mero descenso de cualquiera de ellos no permite discriminar si el compromiso es patrimonio exclusivo del segmento que representan, o tan sólo el quantum que a dicho segmento le corresponde en la participación de un asinergismo global. Las figuras nº 1 ilustran ese hecho con suficiente claridad.

El presente trabajo se propone desarrollar un índice que no sólo sea sensible a esas variaciones, sino específico a las que sólo afectan al segmento por él representado.

2. MATERIAL Y METODOS

Las propiedades de los diferentes índices se pueden demostrar para magnitudes de dimensión n , siendo entonces posible aplicar este método a magnitudes lineales $n = 1$, planas $n = 2$ y volúmicas $n = 3$.

Si bien es cierto que el grado de sofisticación aumenta según sea la dimensión que empleamos (menor en la lineal y mayor en la volúmica), la poca información que agrega el manejo de dimensiones mayores que uno no justifica la complejidad que comporta el uso de las mismas. Por tal razón hemos adoptado la dimensión lineal como el método más simple para la ejecución de las medidas. Sus datos aportan una información altamente satisfactoria para distinguir los asinergismos segmentarios de los globales, a la vez que para cuantificar los primeros de modo de evaluar la eficacia de las intervenciones de distinta naturaleza que pudieran modificarlas.

El método general empleado consiste en caracterizar una magnitud que represente la fracción de acortamiento del ventrículo global, y otra, de igual dimensión, que corresponda a la fracción de acortamiento de cada segmento ventricular. Ya en posesión de estos dos géneros de magnitudes (global y segmentaria) el siguiente paso consiste en hallar el cociente entre la fracción de acortamiento segmentario y la fracción de acortamiento global. Dicho cociente, al que llamaremos coeficiente de acortamiento del segmento considerado, señala cual es la participación de dicho segmento en la fracción de acortamiento global y reúne la propiedad de ser sensible a los cambios que experimente dicho segmento respecto de esa participación, e insensible (y por lo tanto específico) a los que resultaren de la cuota que

* Dirección postal: Av. Córdoba 3900, Bs. As. Arg.

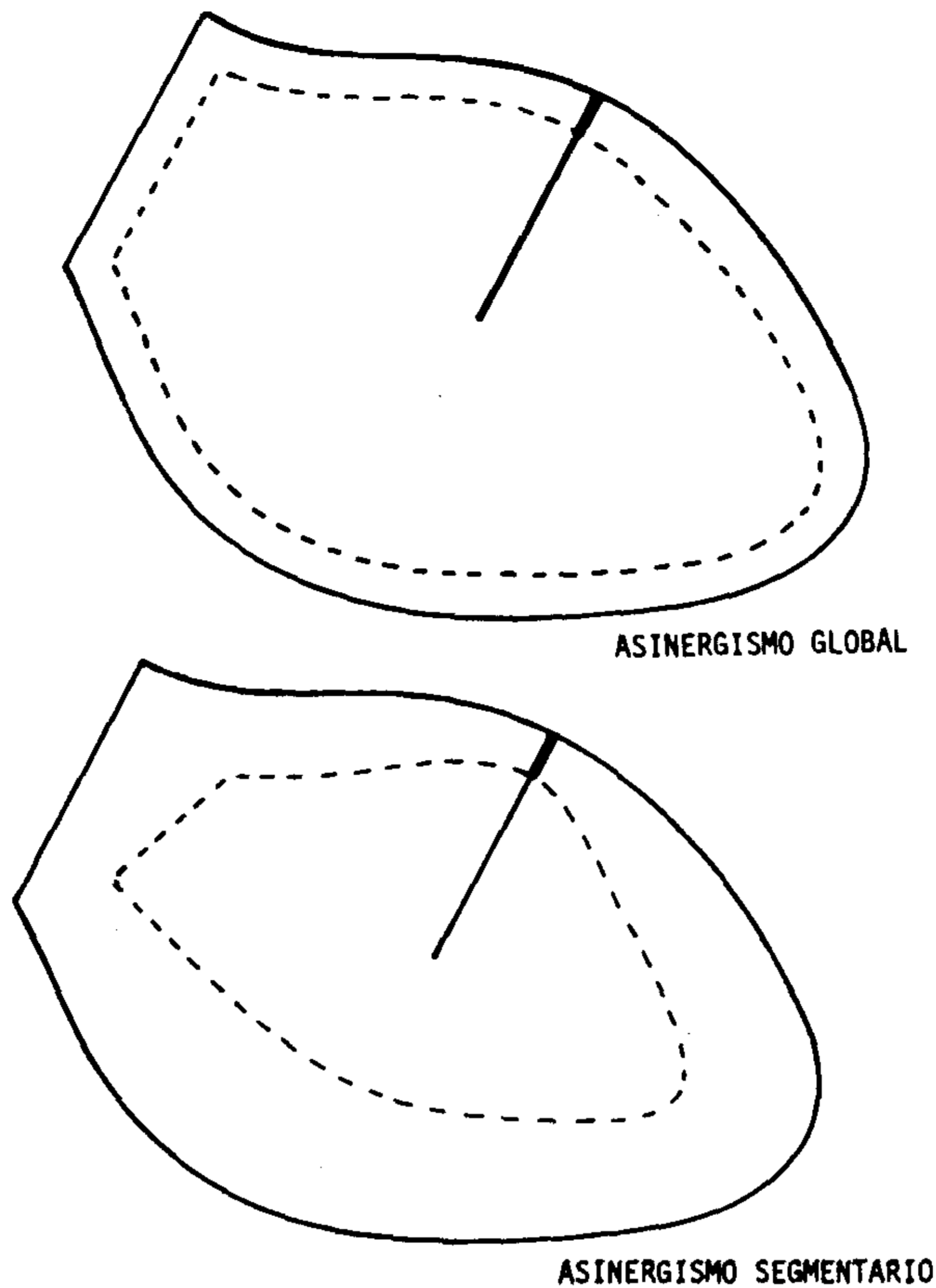


Figura 1

corresponde a ese segmento en un asinergismo global. Para ser más claros, supongamos que la fracción de acortamiento es de 0,5 y que la fracción de acortamiento del segmento i es 0,4. Si dividimos 0,4 por 0,5 obtenemos el coeficiente de acortamiento de ese segmento que en este caso vale 0,8. Supongamos ahora que el ventrículo en cuestión padece un asinergismo global que reduce su fracción de acortamiento a 0,25 y proporcionalmente la del segmento considerado 0,2. Si dividimos 0,2 por 0,25 hallamos el coeficiente de acortamiento y comprobamos que su valor continúa siendo 0,8. Contrariamente, si un proceso isquémico involucra específicamente a dicho segmento reduciendo su fracción de acortamiento segmentario a 0,2 y a la fracción de acortamiento global tan sólo a 0,4, el nuevo coeficiente de acortamiento valdrá 0,5, acusando con dicha reducción la participación específica del segmento considerado.

Resulta así que el coeficiente de acortamiento representa la magnitud buscada ya que satisface la propiedad de ser sensible y específica al asinergismo segmentario.

El siguiente paso consiste en conocer la distribución de los coeficientes de acortamiento en los distintos segmentos de ventrículos normales a fin de expresar, con respecto a ellos, los valores provenientes de ventrículos patológicos. Esta modalidad expresiva, consistente en dividir el valor "actual" de un coeficiente de acortamiento, por el "normal" del segmento correspondiente, tiene la sensible ventaja de uniformar los resultados de dichos cocientes a un único valor: el número uno.

En ventriculogramas obtenidos en OAD procedemos a contornear las siluetas diastólicas y sistólicas corrigiendo el movimiento de traslación apical sistólica. Uniendo el punto medio M del segmento AB (fig. nº 2) con el ápex P , trazamos el eje mayor L del ventrículo. Por el punto medio O de L , trazamos la perpendicular T . Por el punto medio C del segmento MO cortamos (perpendicularmente a L) la silueta diastólica del ventrículo en los puntos E y H . Por el punto medio D del segmento OP cortamos (perpendicularmente a L) la silueta diastólica del ventrículo en los puntos F y G . Uni-

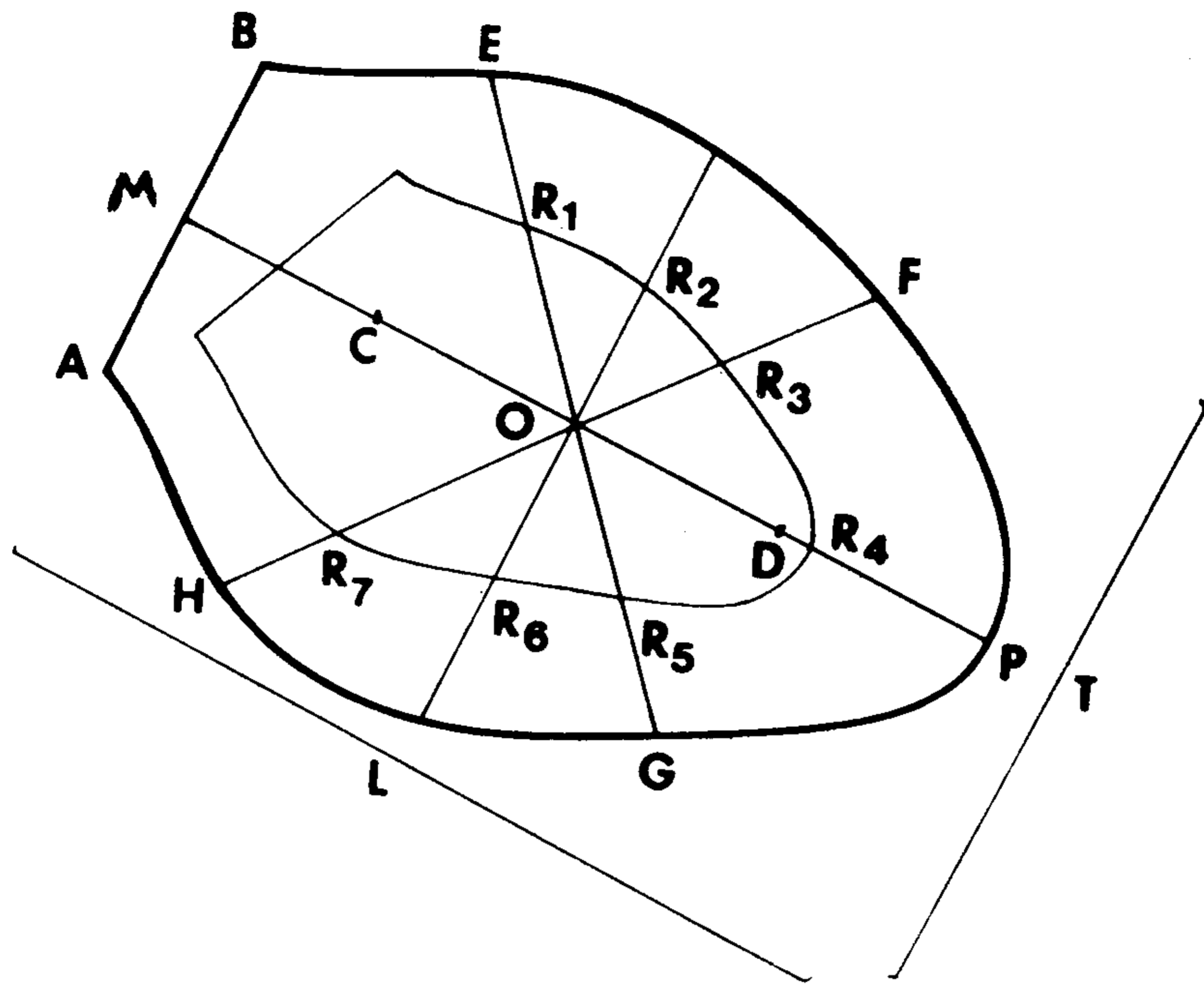


Figura 2

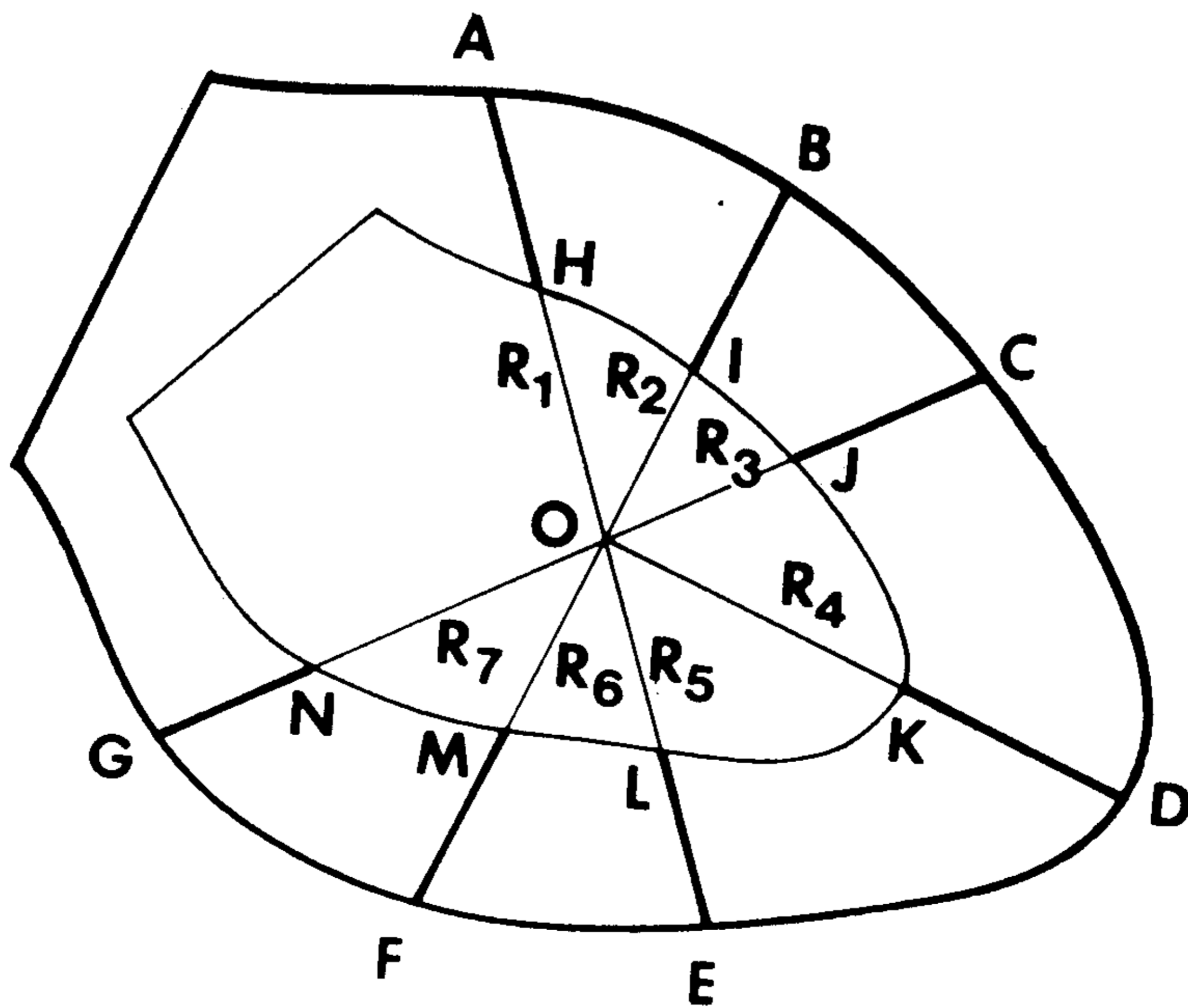


Figura 3

mos O con E, F, G y H. De este modo, obtenemos los "radios" $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6$ y R_7 , sobre los que haremos nuestra determinación.

3. DEFINICIONES Y SIMBOLOS

Siendo $n = 1$, nuestras magnitudes serán todas lineales.

Llamaremos segmento diastólico SD a la suma de los segmentos que a continuación se indican y que aparecen ilustrados en la figura nº 3.

$$SD = AO + BO + CO + DO + \quad (1) \\ + EO + FO + GO$$

Llamaremos segmento de acortamiento SA a la suma de los segmentos que a continuación se indican y que aparecen ilustrados en la figura nº 3

$$SA = AH + BI + CJ + DK + \quad (2) \\ + EL + FM + GN$$

Llamaremos Fracción de Acortamiento Lineal FAL al cociente

$$FAL = \frac{SA}{SD} \quad (3)$$

La FAL es la magnitud relacionada al comportamiento global del ventrículo y su valor mínimo normal es 0,40.

El subíndice i aplicado a cualquier símbolo señala que la magnitud a la que fue aplicada corresponde al radio i (para $i = 1, 2, \dots, 7$).

La ausencia del subíndice denota que la magnitud en cuestión está afectada al ventrículo "in Toto" y no a un radio en particular.

Los segmentos AH, BI, ..., GN serán llamados en lo sucesivo segmentos de acortamiento SA_1, SA_2, \dots, SA_n , respectivamente.

Los segmentos AO, BO, ..., GO serán llamados en lo sucesivo segmentos diastólicos SD_1, SD_2, \dots, SD_7 , respectivamente.

Llamaremos Fracción de Acortamiento Lineal del radio i FAL_i al cociente

$$FAL = \frac{SA_i}{SD_i} \quad (4)$$

La media aritmética de las FAL_i es muy cercana a la FAL global.

Llamaremos coeficiente de acortamiento del radio i CA_i al cociente:

$$CA_i = \frac{FAL_i}{FAL} = \frac{SA_i SD}{SD_i SA} \quad (5)$$

La media aritmética de los CA_i es muy cercana a uno. (Ver discusión.)

Significado del Coeficiente de Acortamiento de un radio i

Si la Fracción de Acortamiento Lineal se distribuyera uniformemente en cada radio, el Coeficiente de Acortamiento de cada radio sería igual a 1. De este modo, el valor del CA_i señala cuál es el grado de participación que corresponde a ese radio en la FAL. Normalmente no todos los radios participan de igual modo en la FAL, algunos aportan más y otros menos, resultando así que sus CA_i valen más o menos que uno, pero con una distribución tal que su media siempre tiende a uno. Esta circunstancia resulta altamente favorable para distinguir los asinergismos segmentarios ya que el desequilibrio ocasionado por la deficiencia de algunos radios (cuya CA_i es menos que 1) se compensan siempre con la sobre elevación que experimentan (por encima de uno) los segmentos restantes.

Ya hemos dicho que si la FAL se distribuyera uniformemente en cada radio, los distintos CA_i resultarían iguales a 1.

Esto no sucede en la realidad, por tal motivo hemos calculado la distribución de los CA_i en ventriculogramas normales, siendo la distribución que ilustra la Tabla nº 1 la correspondiente a 10 de ellos.

Siguiendo el método general, el paso siguiente consiste en relacionar el valor del CA_i de un radio dado con el del CA_{in} correspondiente a ese radio normal.

El subíndice n agregado a cualquiera de las magnitudes precedentes denota el valor normal de la magnitud en cuestión.

De este modo llegamos al último paso de nuestra teoría general y que consiste en definir el coeficiente de acortamiento normalizado $\# CA_i$ del radio i , según los indica el cociente:

$$\# CA_i = \frac{CA_i}{CA_{in}} \quad (6)$$

cuyo valor normal es siempre uno, para cualquier segmento que se considere.

El valor normal de los $\# CA_i$ debe tender a 1. Cuanto mayor sea la distancia que los separa de dicho valor, tanto mayor será el grado de asinergismo que padece el radio en cuestión. Mediante esta forma de cuantificar el asinergismo segmentario encontramos un valor unívoco (uno) en torno

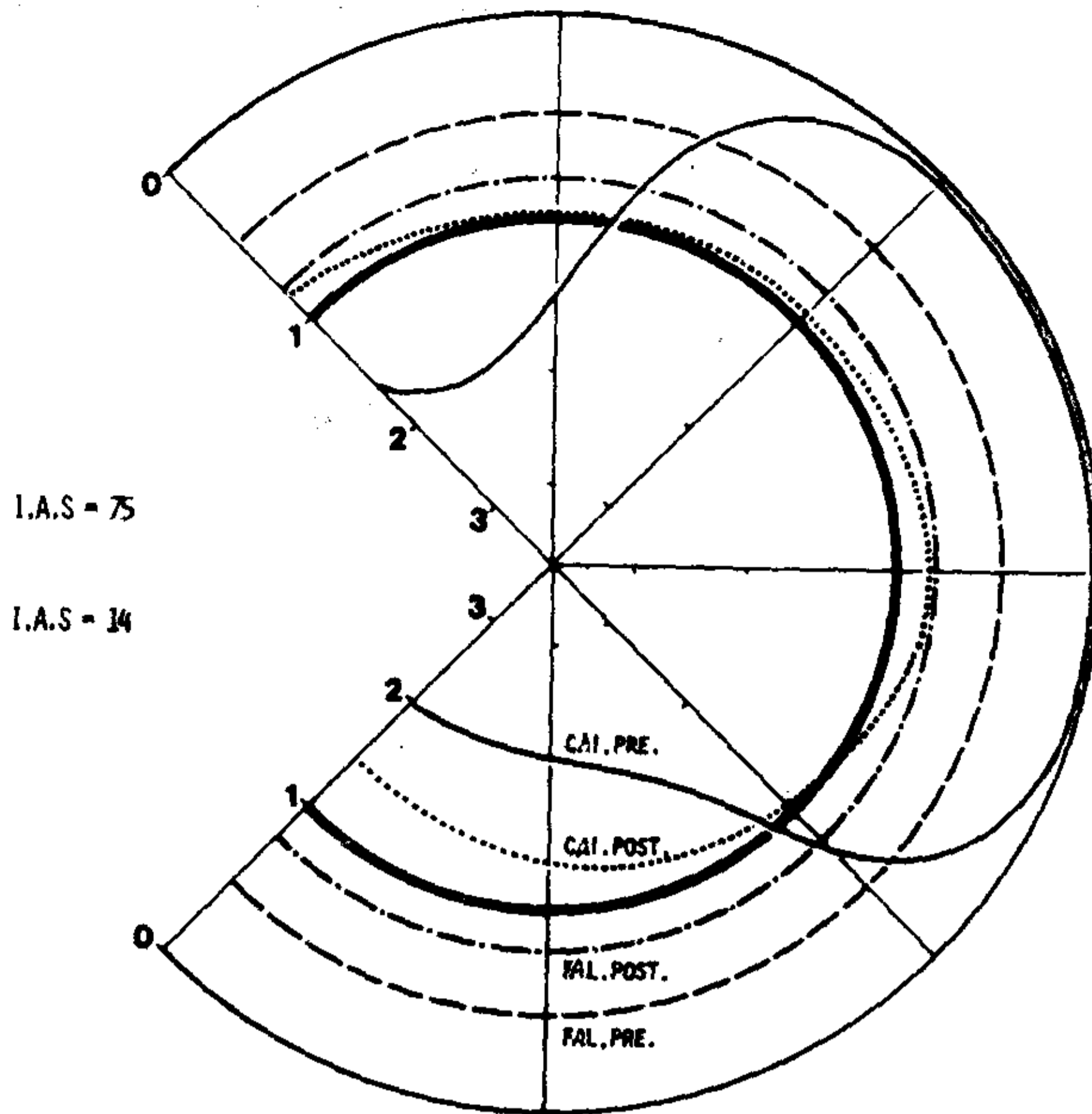


Figura 4

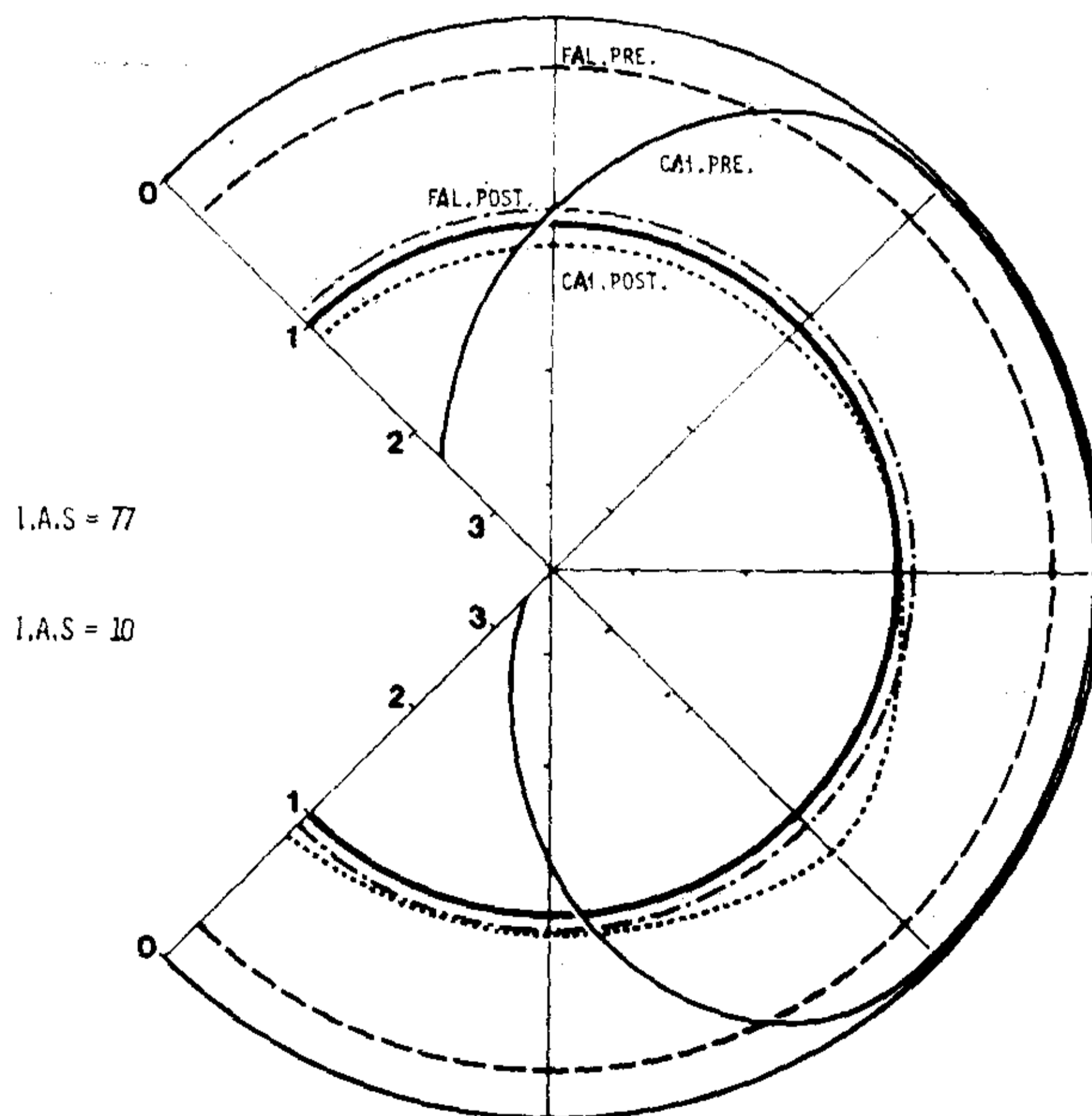


Figura 5

del cual quedan definidas las distancias que señalan el asínergismo de los diferentes radios.

Queda, como último paso, definir un índice de asínergismo segmentario IAS capaz de

informar cuál es el grado de compromiso de aquellos segmentos que pueden estar involucrados por un proceso isquémico. En tal sentido, y sin perjuicio de ulteriores perfecciones, se nos ocurre como un procedi-

miento verosímil el de hallar el cociente de la suma algebraica de las distancias $1 - CA_i$ (para todos los $CA_i < 1$) dividida por el número total de radios, es decir 1.

En resumen, y a modo de ejemplos, ilustraremos los pasos que involucra esta determinación, tomando como modelo de referencia la figura n° 3.

$$1^\circ) SA = AH + BI + CJ + KD + EL + FM + GN$$

$$2^\circ) SD = AO + BO + CO + DO + EO + FO + GO$$

$$3^\circ) FAL = \frac{SA}{SD}$$

$$4^\circ) FAL_1 = \frac{AH}{AO}; \quad FAL_2 = \frac{BI}{BO};$$

$$\dots\dots\dots; \quad FAL_7 = \frac{GN}{GO}$$

$$5^\circ) CA_1 = \frac{FAL_1}{FAL}; \quad CA = \frac{FAL_2}{FAL};$$

$$\dots\dots\dots; \quad CA_n = \frac{FAL_n}{FAL}$$

$$6^\circ) \# CA_1 = \frac{CA_1}{CA_{1n}};$$

$$\# CA_2 = \frac{CA_n}{CA_{2n}};$$

$$\dots\dots\dots; \quad \# CA_7 = \frac{CA_2}{CA_{7n}}$$

7°) Sean $\# CA_1 < 1$;
 $\# CA_2 < 1$;
 $\# CA_3 < 1$, entonces

IAS =

$$\frac{(1 - \# CA_1) + (1 - \# CA_2) + (1 - \# CA_3)}{7} \cdot 100$$

Admitimos como valor normal del IAS a todo aquel que sea menor de 20.

Igual temperamento al empleado con respecto a los coeficientes de acortamiento segmentario lo usaremos en lo referente a la fracción de acortamiento global FAL.

En efecto, y a fines de normalizar todos los resultados en torno al valor 1 procede-

remos a dividir el valor de la FAL "actual" por la FAL "normal", con lo que obtendremos la fracción de acortamiento global normalizada $\# FAL$ cuyo valor será igual a 1.

Por último, creemos de gran valor práctico el empleo de una representación gráfica como la que ilustran las figuras n° 4, 5, 6, 7, 8 y 9 y a las que hemos dado en llamar "Ventriculogramas cuantificados".

En él aparecen los siete radios con escalas logarítmicas (a fin de facilitar el ingreso de valores muy altos de $\# CA_i$) y dispuestos en torno a un centro común. Dos círculos concéntricos intersecan los valores 0 y 1 de dichos radios. El círculo (1) (de contornos más definidos) señala, obviamente, el valor normal de los $\# CA_i$

y de la $\# FAL$.

He aquí las propiedades principales de dicho gráfico:

- 1) El valor normal de todas las magnitudes representables es único e igual para todas.
- 2) Dicho valor normal es igual a uno y aparece señalado por un círculo que interseca ese valor con cada uno de los rayos.
- 3) Dada una tabla de $\# CA_i$ correspondientes a un ventrículo dado, se representa cada uno de dichos valores en el respectivo Radio R_i . Uniendo dichos valores entre sí, se obtiene una curva que sólo es sensible a los asinergismos segmentarios y cuya relación en el círculo (1) es:
 - a) Coincidente en el caso de que no haya asinergismos segmentarios.
 - b) Secante en dos o más puntos en caso de que hubiera tal asinergismo segmentario. La condición de Secante de la curva normal deriva del hecho que los $\# CA_i$ promedian uno, siendo entonces imposible que una curva de asinergismo segmentario sea concéntrica respecto de la normal.
- 4) Dado $\# FAL$ de un ventrículo cualquiera, su valor, representado en todos los radios, aparece unido por un círculo que:
 - a) coincide con el círculo normal (en caso de que no haya asinergismo global).
 - b) es concéntrico al círculo normal (en caso de que hubiera tal asinergismo global).

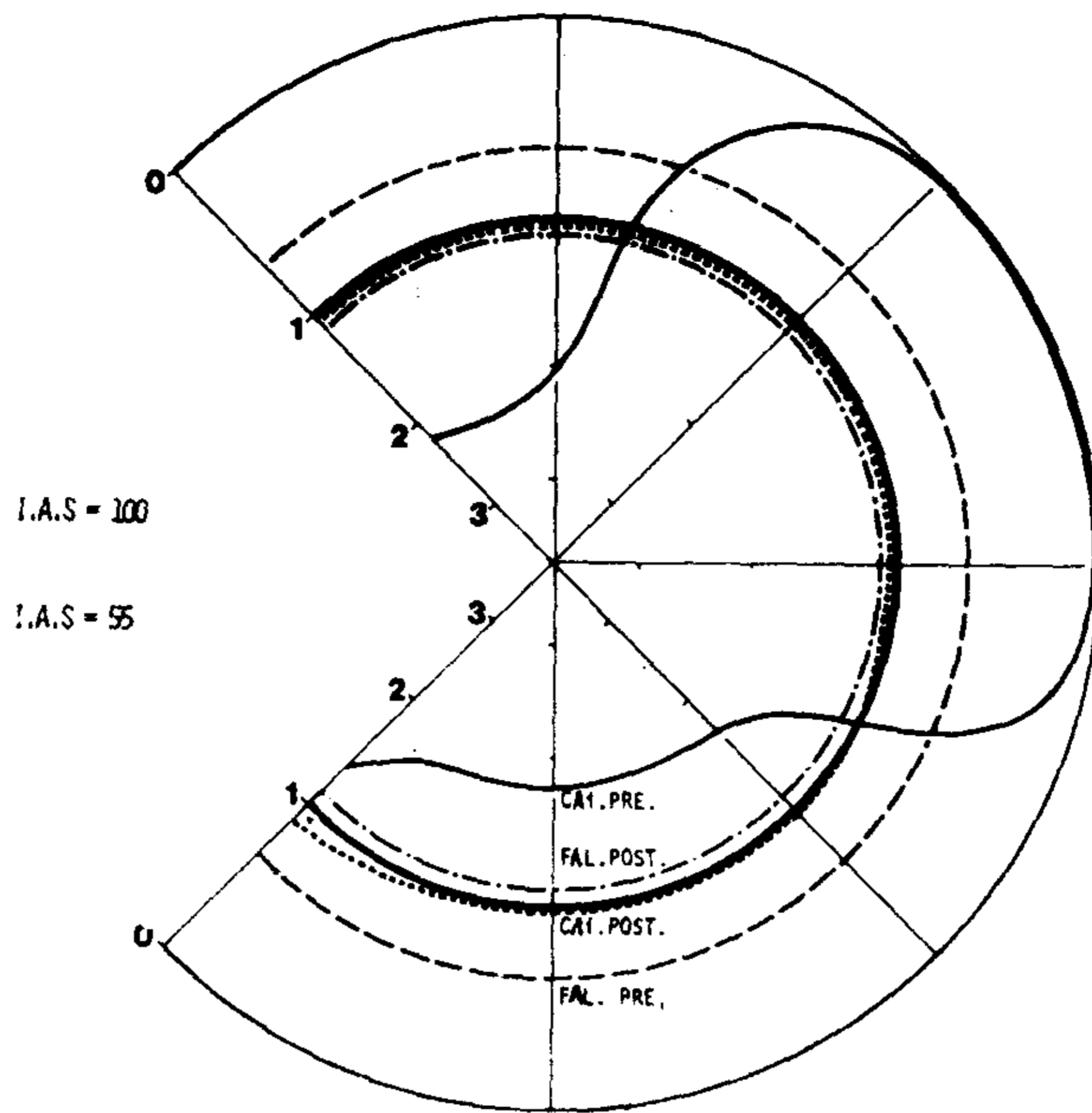


Figura 7

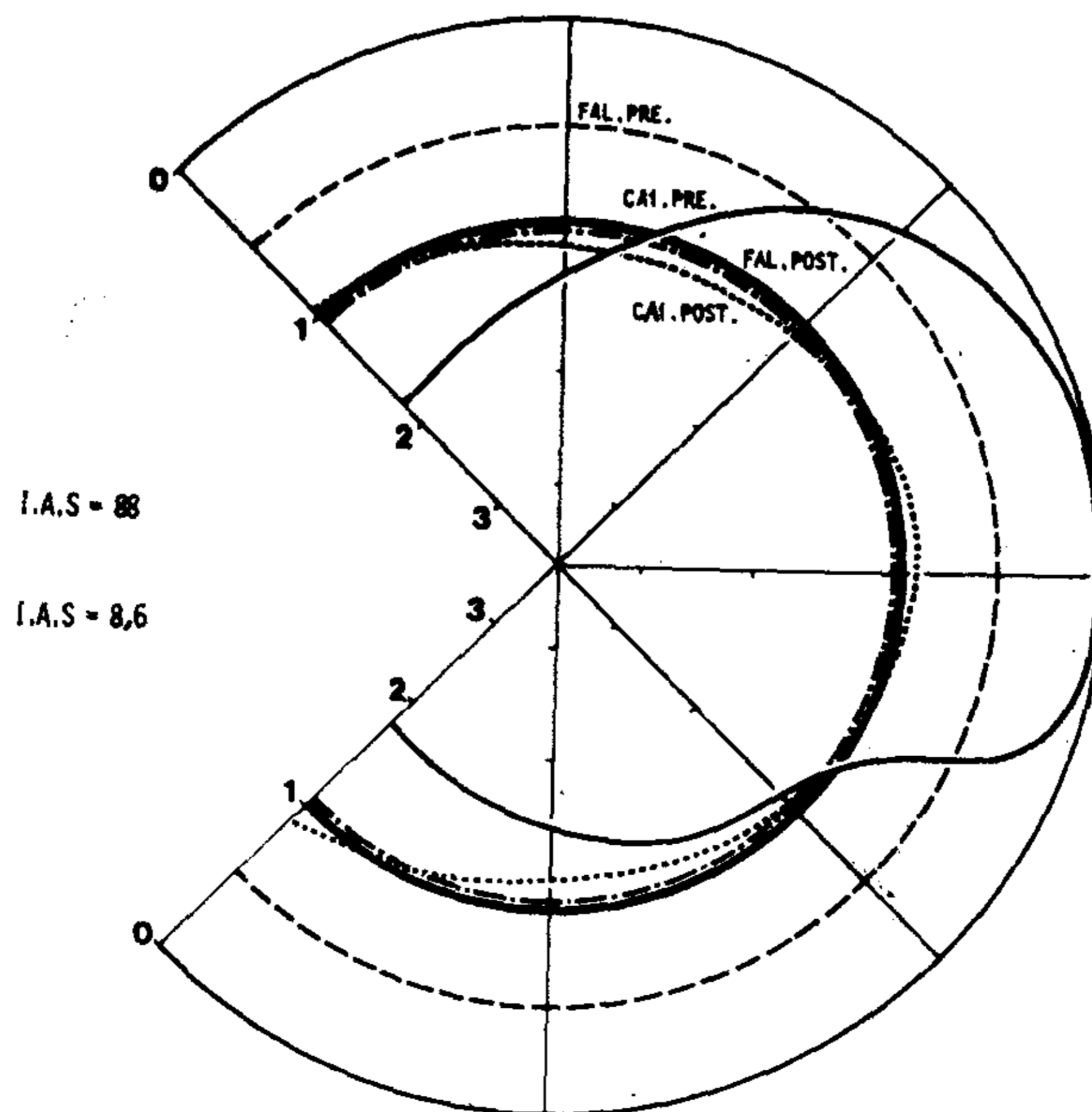


Figura 6

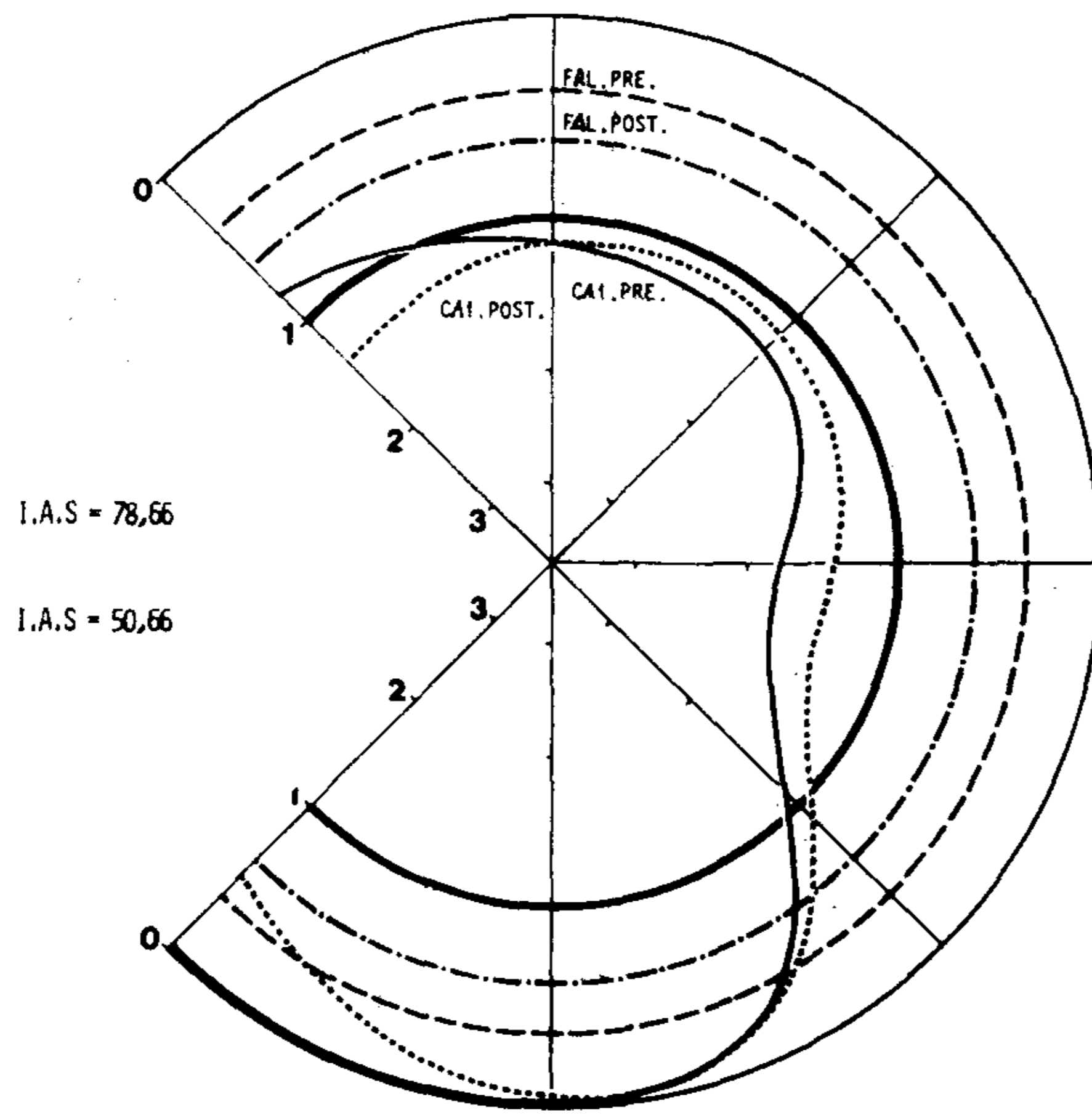


Figura 8

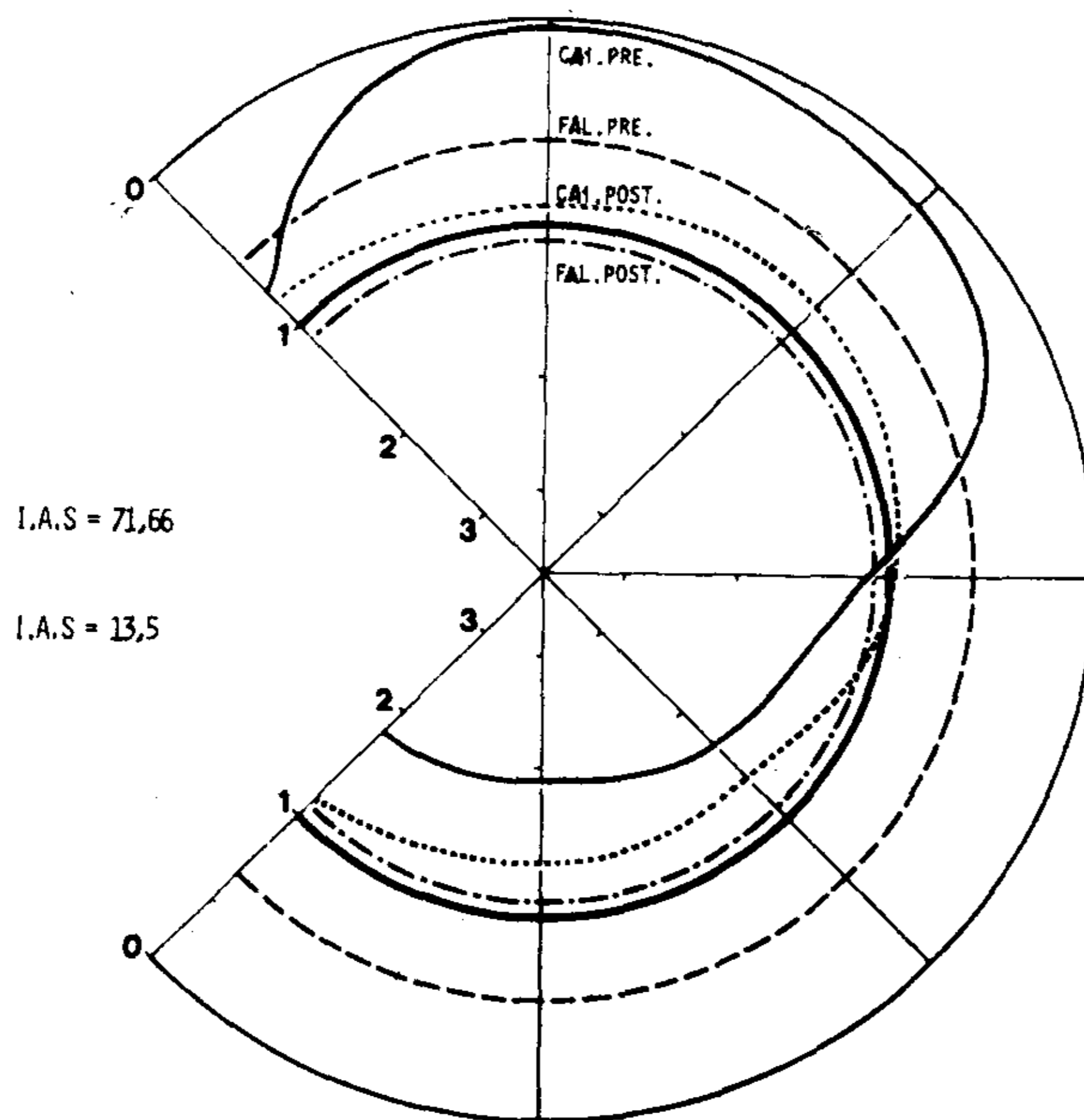


Figura 9

3. RESULTADOS

a) Discriminación de asinergismos globales y segmentarios

Ejemplo n° 1:

FAL = 0,21 # CA₁ = 1,1
 # CA₂ = 1,04
 # CA₃ = 1,2
 # CA₄ = 1,12
 # CA₅ = 0,95
 # CA₆ = 0,85
 # CA₇ = 0,90 IAS = 10

Se trata de un asinergismo global FAL = 0,21 con normosinergismo segmentario IAS = 10.

Ejemplo n° 2:

FAL = 0,4 # CA₁ = 0,95
 # CA₂ = 0,6
 # CA₃ = 0,3
 # CA₄ = 0,95
 # CA₅ = 1,55
 # CA₆ = 1,6
 # CA₇ = 1,3 IAS = 48

Se trata de un normosinergismo global, FAL = 0,4, con un asinergismo segmentario severo, IAS = 48.

b) Evaluación de los resultados quirúrgicos

A continuación se ilustran siete casos de pacientes con asinergismos segmentarios severos debidos a infartos subendocárdicos y se comparan en cada uno de ellos los datos pre y postoperatorios. (Ver tabla 11 y figuras 4, 5, 6, 7, 8 y 9).

c) Evaluación de un aneurisma ventricular

FAL = 0,14 # CA₁ = 2,66
 # CA₂ = 1,92
 # CA₃ = -0,85 (*)
 # CA₄ = -0,87 (*)
 # CA₅ = 0,86
 # CA₆ = 2,08
 # CA₇ = 3,03 IAS = 128,6

4. DISCUSION

El método propuesto no se ajusta exactamente al fundamento matemático que lo soporta. Dicho desajuste proveniente de la desigualdad de los radios ventriculares que produce una cierta dispersión de los valores medios en torno a los teóricamente previstos. Pero tal dispersión es de tan estrecho margen que cualquier intento de eliminarla no sólo comporta una engorrosa complicación del método, sino que a su vez intro-

duce otro tipo de dispersión inherente a la irregularidad de la silueta cardíaca.

En cuanto a la elección de las magnitudes unidimensionales cabe destacar que originalmente desarrollamos el mismo método para magnitudes planas (bidimensionales). El mismo desarrollo que aquí aplicamos a los segmentos diastólicos en los que quedaba subdividida lo aplicábamos a los sectores elipsoidales diastólicos en los que quedaba subdividida la figura ventriculográfica y a los trapecios elipsoidales eyectivos incluidos en cada uno de los anteriores. Si bien teóricamente la información bidimensional tiene cobertura superior a la lineal, la probabilidad de que un evento cualquiera suceda en el intervalo limitado por dos radios consecutivos sin provocar algún tipo de perturbación en, al menos, uno de ellos, es tan baja, que prácticamente se la puede considerar despreciable. Por tal razón, y en virtud del más simple manejo de las magnitudes unidimensionales (cuya medida sólo exige una regla) comparado con el de las bidimensionales (planímetro o balanza de precisión) nos indujo a adoptar este método como el más práctico.

Creemos conveniente insistir en lo referente a la necesidad de utilizar la FAL como índice de asinergismo global. No hay duda que la fracción de eyección volúmica cumple, en tal sentido, un rol sobradamente satisfactorio; pero si apeláramos a ella, como representante del asinergismo global, deberíamos contar con algún índice volúmico que expresara el asinergismo segmentario. Un índice, como tal, supondría la posibilidad de calcular los volúmenes sin necesidad de apelar a modelos equivalentes y geométricamente regulares, y tal independencia no parece posible, al menos en las condiciones habituales de trabajo. En otras palabras, mientras los volúmenes sean calculados en base a modelos regulares (como es el elipsoide) e isovolúmicos respecto del ventrículo, la detección de cuñas asinérgicas parece un hecho imposible. Ello nos obliga a abandonar el espacio tridimensional, y a optar por uno cualquiera de los otros dos posibles. Ya hemos abundado en las razones que nos determinaron a elegir el unidimensional y a elaborar dentro de él todas las magnitudes relacionadas con esta teoría. Así fue que surgió la FAL, no con la pretensión de sustituir a la convencional fracción de eyección, sino como la necesidad de contar con

	PAC. 1	PAC. 2	PAC. 3	PAC. 4	PAC. 5	PAC. 6	PAC. 7	PAC. 8	PAC. 9	MEDIA
CE ₁	1,23	1,03	1,39	1,19	1,16	1,12	0,92	1,12	1,1	1,14
CE ₂	1,44	1,17	1,13	1,23	1,27	1,24	1,05	1,17	1,25	1,21
CE ₃	1,47	0,97	1,35	1,12	1,25	1,21	1,07	1,10	1,32	1,20
CE ₄	1,31	1,16	1,12	1,03	1,19	1,06	1,12	1,07	1,17	1,13
CE ₅	0,83	1,05	0,85	1,02	0,96	0,87	1,12	0,98	0,87	0,95
CE ₆	0,56	0,91	0,73	0,83	0,76	0,87	1,03	0,85	0,81	0,81
CE ₇	0,61	0,80	0,48	0,66	0,53	0,7	0,70	0,76	0,69	0,65
FEL	0,44	0,58	0,37	0,49	0,51	0,55	0,53	0,47	0,5	0,49
MEDIA	1,06	1,01	1,00	1,01	1,01	1,01	1,00	1,00	1,02	-

Tabla 1

	CASO 1		CASO 2		CASO 3		CASO 4		CASO 5		CASO 6	
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
// CA ₁	1,51	0,75	2,24	1,09	2,2	1	1,83	0,99	0,78	1,36	0,73	0,79
// CA ₂	1,4	0,9	0,91	1,15	2,0	1,06	1,41	1,14	1,17	1,11	0	0,89
// CA ₃	0	0,99	0	1,01	0	1,06	0,3	1	1,24	1,16	0,12	0,8
// CA ₄	0	0,8	0	1	0	1	0	0,89	1,71	1,32	1,19	0,98
// CA ₅	0,73	1,07	0	0,74	1,68	0,96	1,13	1,04	1,05	0,84	1,61	1,36
// CA ₆	2,04	1,37	1,3	0,92	1,76	0,95	1,49	1,14	0	0	1,98	1,37
// CA ₇	2,0	1,46	3,55	0,84	1,3	0,89	1,8	0,86	0	0,44	1,8	1,13
FAL	0,4	0,75	0,18	0,95	0,61	1,06	0,44	1	0,32	0,51	0,53	1,02

Tabla 2

un índice unidimensional que, por sus estrechas relaciones con esta última, fuera a su vez un buen reflejo de los asinergismos globales.

En modo alguno pretendemos imponerlo como índice de este tipo de asinergismo, pero sí en cambio creemos que sería de mucha utilidad emplear como tal a la fracción de acortamiento normalizada; es decir, referido a los valores normales, del mismo modo que lo hicimos con la FAL. Una tal fracción de acortamiento tendría un valor normal igual a 1, y sería susceptible de ser representada en el ventriculograma cuantificado, del mismo modo que lo propusimos hacerlo con la FAL.

(*) Los CA_1 son negativos pues segmento diastólico $>$ segmento sistólico (se trata de un aneurisma ventricular).

SUMMARY

SEGMENTARY ASYNERGISM OF THE LEFT VENTRICLE

A sensible and specific index of the segmentary asynergism of the left ventricle has been developed.

Previously two other magnitudes were defined: the first related to the global activity of the left ventricle, and the second to the segmentary activity.

Further, a shortening coefficient (CA) for each radius is described which corresponds to the ratio between the segmentary and the global magnitudes.

The distribution of the CA values obtained in normal subjects was studied and a new magnitude was defined: the normalized shortening coefficient.

This index is the ratio between the observed CA and the normal value.

Finally a graphic representation is proposed: the quantified ventriculogram.

BIBLIOGRAFIA

1. Herman, M. V.; Heinle, R. A.; Klein, M. A. y Gorli, R.: Localized disorders in myocardial contraction. *New Eng. J. Med.* 277: 222, 1967
2. Karliner, J. S.; Bouchard, R. J. y Gault, J. H.: Left ventricular geometry prior to aortic valve opening in man. (Abstr.). *Circulation* 42 (Suppl III) III: 30, 1970
3. Karliner, J. S.; Gault, J. H.; Eckberg, D.; Mullins, C. B. y Ross, J.: Mean velocity of fiber shortening. A simplified measure of left ventricular myocardial contractility. *Circulation* 44: 323, 1971.
4. Bristow, J. D.; van Zee B. E. y Judkins, M. P.: Systolic and diastolic abnormalities of the left ventricle in coronary artery disease. *Circulation* 42: 219, 1970.
5. Leighton, R. F.; Wilt, S. M. y Lewiz, R. P.: Detection of hypokinesia by a quantitative analysis of left ventricular cineangiograms. *Circulation* 50: 121, 1974.