

Valoración de algunos parámetros en la aplicación clínica del estudio de la función ventricular*

Drs. JULIO d'OLIVEIRA, JORGE PATRICIO, NESTOR RUIZ CALDERON, ENRIQUE GARCILAZO y ELMA TENREYRO **

RESUMEN:

Se efectuó la valoración funcional cardíaca en enfermos coronarios y sin otra patología cardiovascular asociada, por medio de elementos clínicos y de diversos parámetros de mecánica muscular y del comportamiento como bomba del corazón.

Surge de nuestras observaciones que el dp/dt — el $dp/dt/t$ — el $dp/dt/Pfd$ y el $dp/dt/Vfd$ no son útiles para nuestro objetivo. Que con el intento de corrección, de los efectos de post-carga y pre-carga nacen los índices del $dp/dt.50/Pfd$ y el $dp/dt.50/Vfd$ que logran una mejor apreciación, pero no definitiva debido a una banda de dispersión apreciable de sus valores. En lo referente al manejo de los volúmenes, destacamos que el dato obtenido por medio de la Fe. es el parámetro de más valor para determinar el funcionamiento como bomba del corazón, guardando relación con la clínica.

INTRODUCCION

La valoración funcional de la cardiopatía coronaria, se realizó durante mucho tiempo por medio de la anamnesis, de los cambios radiológicos, de la evolución electrocardiográfica y de la auscultación como criterios clínicos.

Con el avance tecnológico de los estudios hemodinámicos, se agregaron otros parámetros tales como la Presión de fin de diástole (Pfd), el ventriculograma como simple visión objetiva, la determinación del volumen minuto y el índice cardíaco.

Más recientemente se trató de especificar mejor la función ventricular por medio de la mecánica muscular, de donde surgieron diversos índices de contrac-

tilidad y también por medio de la determinación de volúmenes cardíacos en su relación con el manejo de los mismos.

Estos nuevos datos aportados a la clínica, no siempre han sido suficientemente claros en su aplicación práctica, razón por la cual, en la misma medida que han aclarado ciertos conceptos, también han llegado a confundir sobre su significación presuntiva, de la severidad del compromiso miocárdico en este tipo de enfermos.

Comunicamos en este trabajo nuestra experiencia de cuatro años de estudio de la función ventricular, con la pretensión de darle a cada uno su valor, de acuerdo a nuestras observaciones.

MATERIAL Y METODO

Hemos tomado un grupo de enfermos coronarios sin discriminación de sus lesiones y sin otra patología cardiovascular asociada. Todos fueron valorados en su capacidad funcional clínicamente, en cuatro grados según la nomenclatura clásica. En el aspecto hemodinámico se determinó su función ventricular, según el concepto de mecánica muscular y en su comportamiento como bomba de acuerdo a la determinación de los volúmenes por angiocardiógrafa.

En lo referente a la mecánica muscular, basados en el principio de la relación inversa entre fuerza y velocidad de acortamiento, hacen un conjunto de índices tales como:

— Velocidad de variación de la presión intraventricular (dp/dt), Tiempo que alcanza el dp/dt máximo ($dp/dt/t$) Velocidad de variación de la presión intraventricular sobre la presión de fin de diástole ($dp/dt/Pfd$), dp/dt sobre el volumen de fin de diástole ($dp/dt/Vfd$), dp/dt a presión isovolumétrica común de 50 mm sobre la presión de fin de diástole ($dp/da.50/Pfd$), dp/dt a pre-

* Presentado en la 2v Reunión Científica dl 22 de mayo de 1975. (S. A. C.).

** Dra. en Química Nuclear del Grupo de Biomatemática de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Facultad de Ciencias Exactas. U.B.A.

Hospital Militar Central. Sección Hemodinamia.

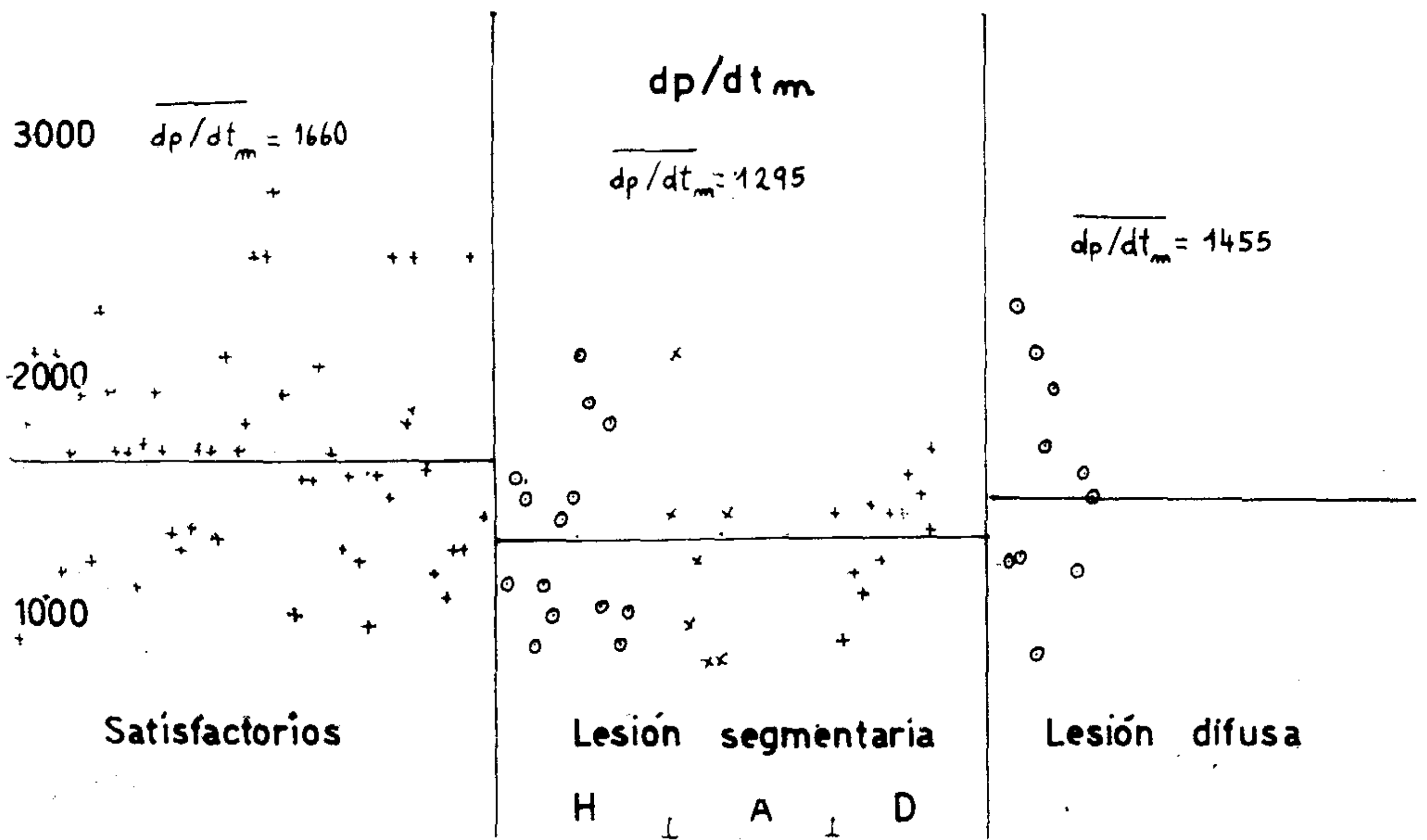


Fig. 1

sión isovolumétrica común de 50 mm sobre el volumen de fin de diástole ($dp/dt \cdot 50/Vfd$) que son los que fueron utilizados rutinariamente en nuestros enfermos.

Estos últimos índices nacieron en el intento de corregir las magnitudes que tienen implicancia en el dp/dt ya que al medir la velocidad de crecimiento de la presión, estamos midiendo en cierta

manera la velocidad de acortamiento muscular, aunque no solo depende de ésta, sino también del tamaño y de la forma del ventrículo, del espesor de su pared, de la orientación de sus fibras, de la secuencia de la activación, del estado del aparato valvular, de los volúmenes de fin de diástole (precarga), de la impedancia eyectiva (pot-carga), de la frecuencia cardíaca y del metabolismo miocárdico.

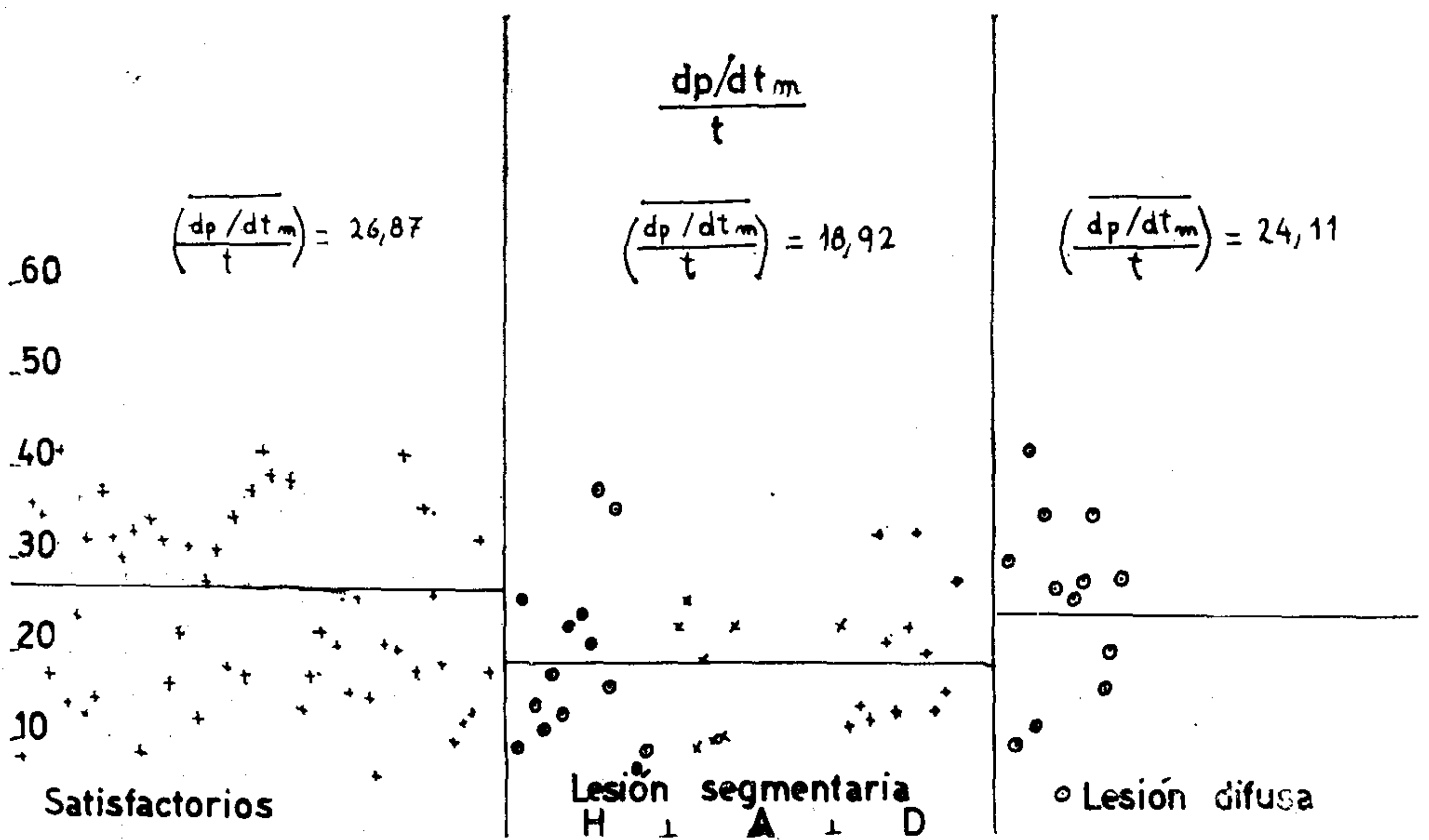


Fig. 2

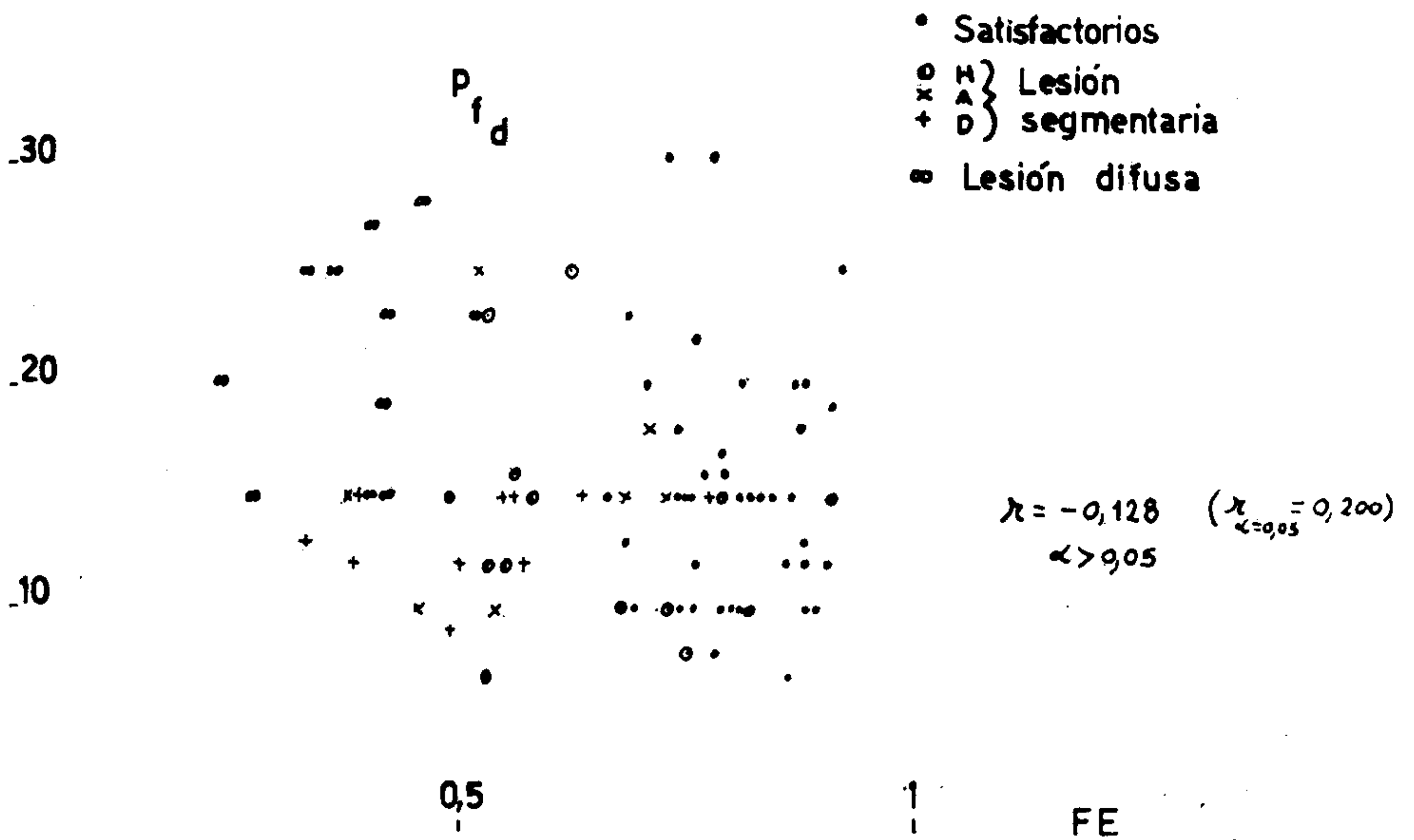


Fig. 3

El trazado dp/dt se calibró, derivando geoméricamente una curva de presión, de acuerdo a la metodología ya desarrollada en nuestro trabajo anterior.

El estudio de la función ventricular en su comportamiento como bomba, por la determinación del volumen de cámara del ventrículo izquierdo, se realizó a partir de la imagen contrastada del mismo, sobre la base de la suposición, de

que tal cámara puede aproximarse a un cuerpo elipsoidal, cuyas dimensiones pueden ser obtenidas a partir de la mencionada imagen, por medio de una placa paralela al eje mayor del elipsoide, a condición de conocer el factor de magnificación radiográfico.

Para tal fin hemos utilizado el cine angiocardiográfico Siemens de 35 mm a la velocidad de 42 placas por segundo,

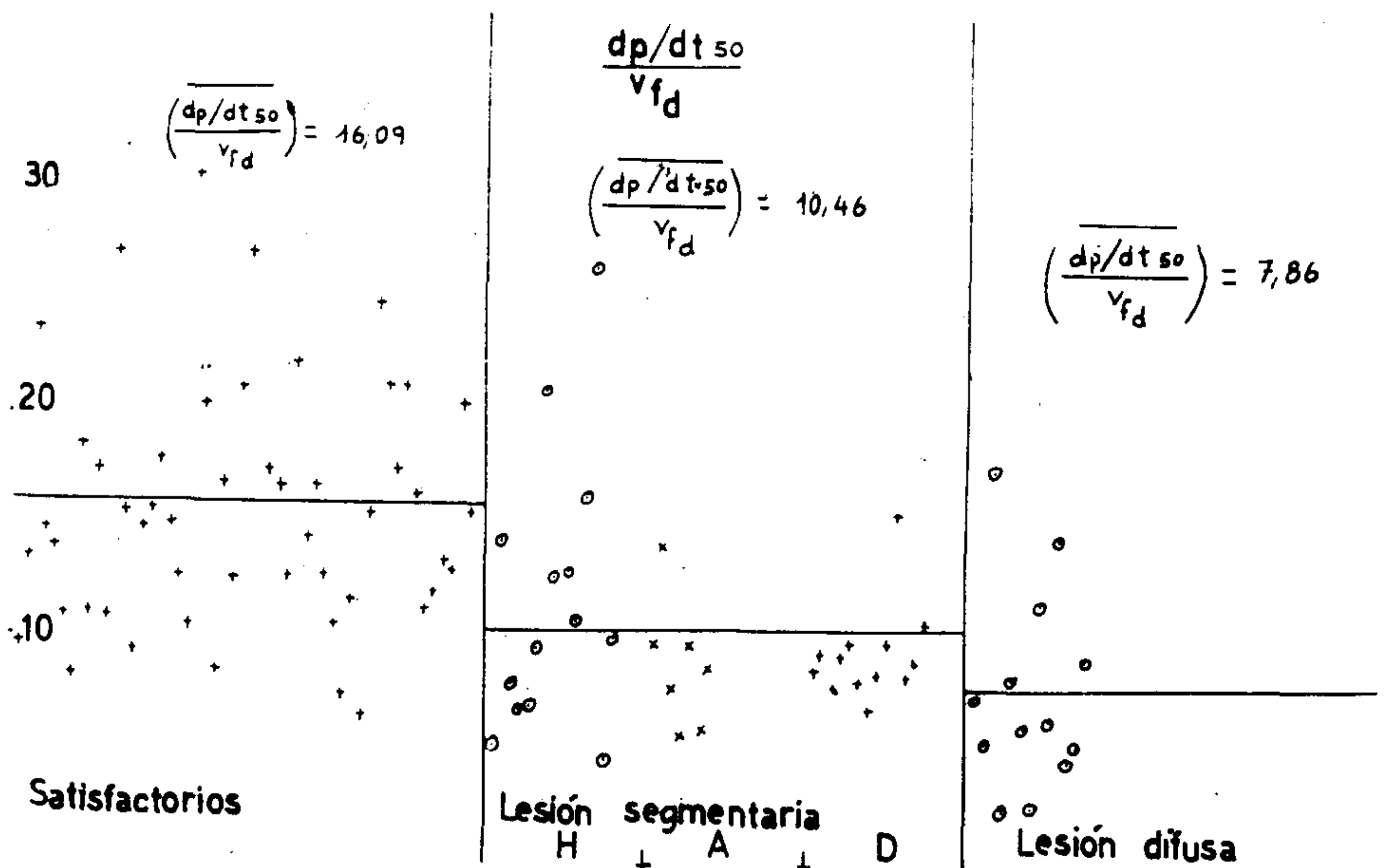


Fig. 4

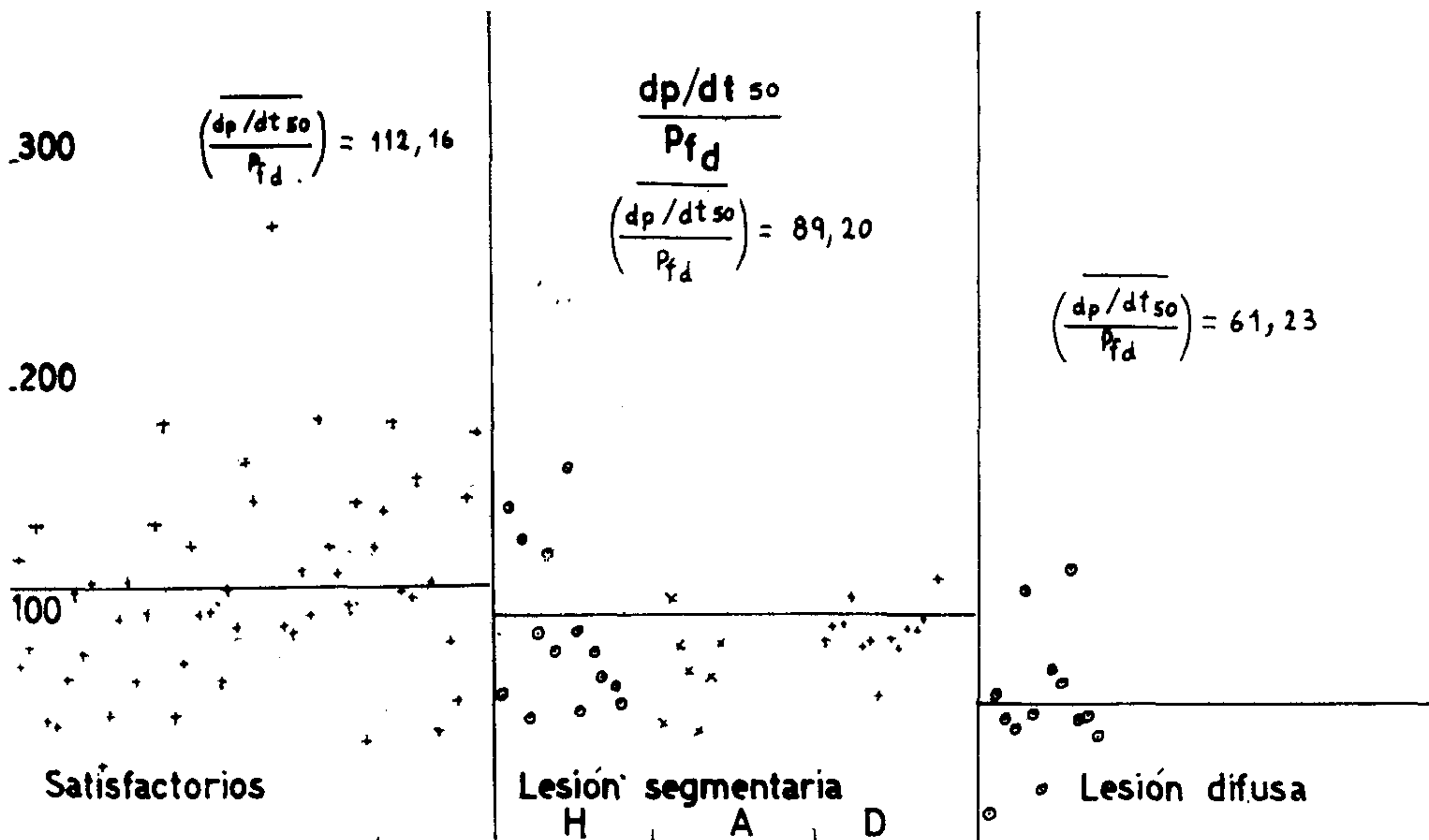


Fig. 5

con el enfermo en posición O.A.D., y con inyección de 40 cm³ de sustancia de contraste, mediante la Bomba Gidlund a 9 atmósferas de presión.

Los parámetros que hemos considerado son: el volumen de fin de diástole (Vfd), el volumen de fin de sístole (Vfs), el volumen de expulsión (Ve) y la fracción de eyección (Fe).

COMENTARIOS

Estimamos que la medición de los parámetros de mecánica muscular, evidentemente difieren en su exactitud cuando se aplican al músculo cardíaco, en relación con la obtención de los mismos en la investigación fisiológica experimental del músculo esquelético, en razón de

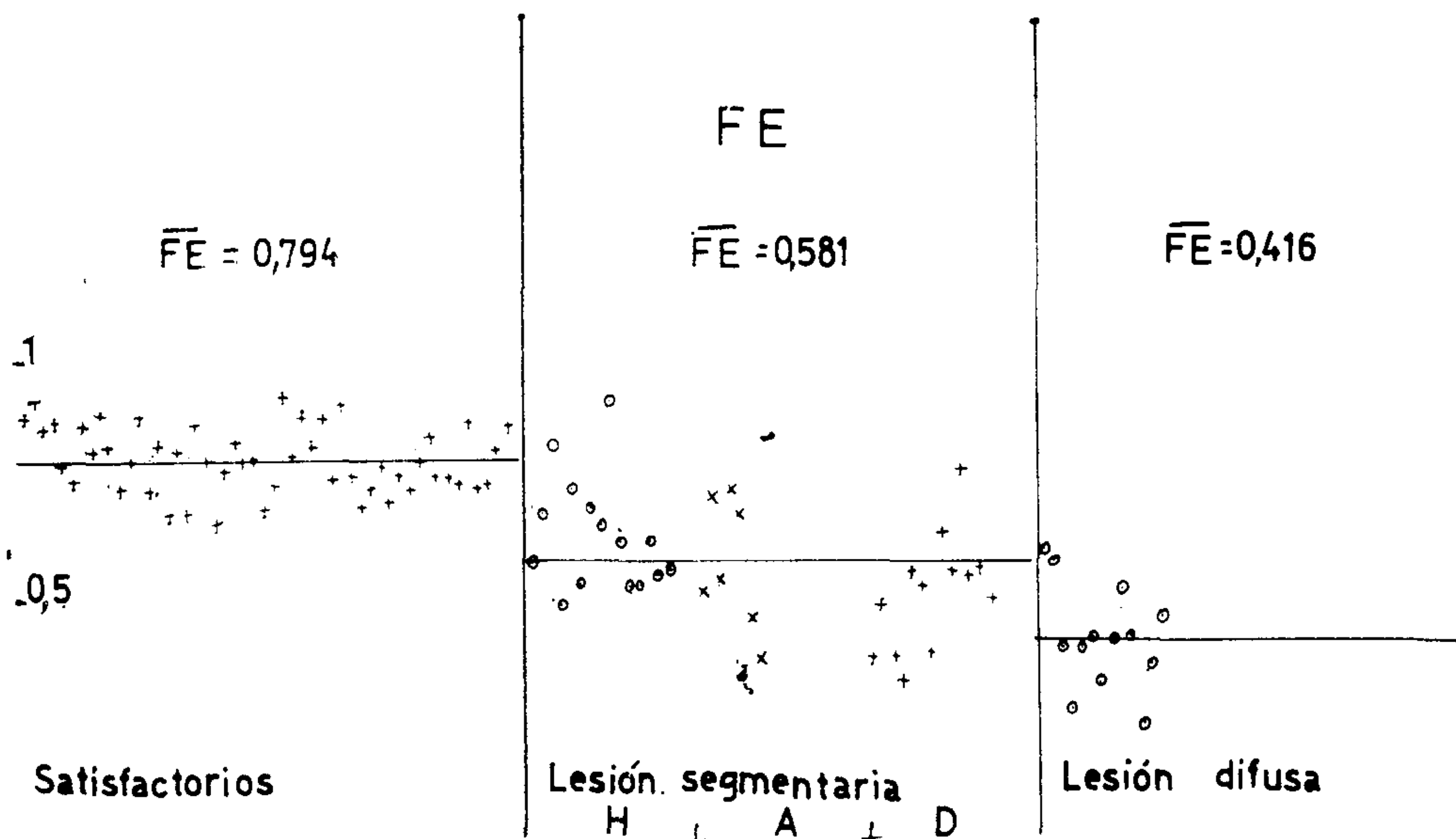


Fig. 6

CORRELACION ENTRE PARAMETROS

X	y	r	r $\alpha = 0,05$	r $\alpha = 0,01$	CONCLUSION ACERCA DE LA HIPOTESIS DE EXISTENCIA DE CORRELACION	CARACTERISTICAS DEL GRUPO	m ^e	\bar{x} (s _x)	\bar{y} (s _y)
FE	P _{f_d}	-0,128	0,200	0,261	Se rechaza	Heterogéneo	97	0,673 (0,018)	16 (0,66)
FE	$\frac{dp/dt_m}{t}$	0,242	0,200	0,261	Se rechaza al nivel 1% Se acepta al nivel 5%	Heterogéneo	97	0,673 (0,018)	2397 (121)
FE	$\frac{dp/dt_{50}}{P_{f_d}}$	0,381	0,200	0,261	Se acepta al nivel 1%	Heterogéneo	97	0,673 (0,018)	9800 (415)
FE	$\frac{dp/dt_{50}}{P_{f_d}}$	0,501	0,200	0,261	Se acepta al nivel 1%	Heterogéneo	97	0,673 (0,018)	1318 (0,62)

Fig. 7

que es diferente la respuesta muscular. Cuando éste se coloca en forma longitudinal, la medición de su acortamiento es real, mientras que en el corazón intacto se mide una función de éste, que es la presión. Por lo tanto, en estas determinaciones hay aproximación pero no exactitud, no pudiendo negarse cierta

vinculación con la clínica, en unos parámetros más que en otros, y que se justifica continuar con su investigación.

Respecto a la determinación de los volúmenes cardíacos, dejando de lado los errores que no pueden ser eliminados, debido a las suposiciones del modelo (forma y posición relativa), al es-

COMPARACION DE MEDIAS ENTRE GRUPOS

X	CARACTERIS- TICAS DEL GRUPO 1	CARACTERIS- TICAS DEL GRUPO 2	\bar{x}_1 (s _{x₁})	\bar{x}_2 (s _{x₂})	m ₁	m ₂	Conclusión acerca de la hipótesis de diferencia entre medias	Relación Clínica
FE	Satisfact.	Lesión segm	0,794 (0,009)	0,581 (0,025)	52	33	Signif., $\alpha = 0,001$ Se acepta	Guarda relación con la severidad de la lesión miocárdica
FE	Satisfact.	Lesión difusa	0,794 (0,009)	0,416 (0,030)	52	13	Signif., $\alpha = 0,001$ Se acepta	
FE	Lesión segment.	Lesión difusa	0,581 (0,025)	0,416 (0,030)	33	13	Signif., $\alpha = 0,001$ Se acepta	
$\frac{dp/dt_m}{t}$	Satisfact.	Lesión segm	26,87 (1,58)	18,92 (1,33)	52	33	Signif., $\alpha = 0,001$ Se acepta	No guarda relación con la severidad de la lesión miocárdica
$\frac{dp/dt_m}{t}$	Satisfact.	Lesión difusa	26,87 (1,58)	24,1 (3,03)	52	13	Signif., $\alpha = 0,025$ Se acepta	
$\frac{dp/dt_m}{t}$	Lesión segment.	Lesión difusa	18,92 (1,33)	24,1 (3,03)	33	13	Poco Signif., $\alpha = 0,10$ Se rechaza	
$\frac{dp/dt_{50}}{P_{f_d}}$	Satisfact.	Lesión segm	112,16 (6,38)	89,20 (4,57)	52	33	Signif., $\alpha = 0,01$ Se acepta	Guarda cierta relación con la severidad de la lesión miocárdica
$\frac{dp/dt_{50}}{P_{f_d}}$	Satisfact.	Lesión difusa	112,16 (6,38)	61,23 (8,15)	52	13	Signif., $\alpha = 0,001$ Se acepta	
$\frac{dp/dt_{50}}{P_{f_d}}$	Lesión segment.	Lesión difusa	89,20 (4,57)	61,23 (8,15)	33	13	Signif., $\alpha = 0,001$ Se acepta	

Fig. 8

pecial cuidado en la selección de las placas, el trazado del contorno de la imagen, la ubicación de la válvula aórtica y la obtención experimental del factor de magnificación radiográfico, la ecuación del elipsoide de revolución nos ofrece un valor aceptablemente aproximado del volumen de cámara del ventrículo izquierdo.

De todos modos, lo que realmente interesa es el manejo de los volúmenes, es decir la relación entre el volumen sistólico y el diastólico final. Fisiológicamente, en un corazón normal, el volumen sistólico final corresponde a alrededor del 30 % del volumen diastólico final. De manera que en presencia de una dilatación miocárdica pequeña o grande, si el volumen sistólico final producido es proporcional al volumen diastólico final y por ende conservada su fracción de eyección, tenemos el derecho a pensar que nos hallamos frente a un corazón con dinámica satisfactoria, en el caso contrario de no guardar sus relaciones, seguramente se trata de un miocardio con dinámica disminuida.

CONCLUSIONES

En nuestra experiencia de acuerdo a los valores obtenidos con nuestra metodología se observa, que evidentemente, la mayoría de los parámetros nacidos de la mecánica muscular en general no guardan relación clínica como índices de valoración de la contractilidad, no así los datos obtenidos de los volúmenes.

Surge de nuestros gráficos que el dp/dt , el $dp/dt/t$, así como el $dp/dt/Pfd$ y el $dp/dt/Vfd$, no sirven como elementos de juicio para nuestra finalidad. Que el intento de corrección del factor post-carga por medio de la determinación a presión isovolumétrica común de 50, es decir el $dp/dt.50$ y vinculado éste con la Pfd , o con el Vfd , como intento de corrección del factor pre-carga, dan una idea un poco más definida para separar los buenos de los malos ventrículos, pero sin llegar por ello a ser terminantes debido a la persistencia de un grado de dispersión apreciable de sus valores. Así mismo la Pfd no es siempre un dato fehaciente de falla ventricular izquierda, al no tener en la totalidad de los casos la relación que debería existir con la Fe .

En cuanto a la información suministrada por el manejo de los volúmenes, hemos observado que la Fe disminuida se halla siempre en enfermos portadores de falla ventricular izquierda, ya sea con lesión segmentaria o difusa del miocardio. Debe destacarse además, que no todos los enfermos con lesión segmentaria presentan una Fe disminuida, lo que nos está significando que el resto del miocardio no comprometido, es suficiente en su comportamiento como bomba, aún cuando los otros parámetros estén detectando falla ventricular.

En cambio, no ocurre lo mismo cuando existe disminución general de la dinámica, ya que en estos casos siempre hemos observado una Fe disminuida.

De todo lo enunciado según nuestro criterio, los elementos clínicos de valoración por medio de: la evolución sintomatológica, radiológica, electrocardiográfica de reposo y esfuerzo y el examen semiológico, conjuntamente con los datos obtenidos hemodinámicos de Pfd y la apreciación objetiva del ventriculograma, son en la mayoría de los casos elementos suficientes, no aportando los índices de mecánica muscular, otros valores que hagan variar nuestra posición frente al enfermo coronario. No así la Fe , lograda por medio de los volúmenes, que certifica la apreciación clínica de un mal ventrículo o bien indica un buen comportamiento como bomba, al conservar su valor en aquellos coronarios con comprobación angiográfica de lesión segmentaria, ya sea disquinesia, aquinesia, o hipoquinesia.

No obstante, consideramos que se debe continuar la investigación según el principio de mecánica muscular, con la finalidad de lograr algún índice que nos proporcione la información que no hemos logrado aún con el dp/dt y sus variantes.

SUMMARY:

The cardiac state, was assessed in patients with coronary heart disease as the only causative pathology, by means of clinical data and several hemodynamic parameters of the heart as a pump and of its contractile behavior.

We have observed that the following indices dp/dt — $dp/dt/t$ — $dp/dt/LVEDP$ — $dp/dt/EDV$ were not useful when considered

alone. In order to avoid the effect of pre- and-afterload on the measurements, other indices were designed, like $dp/dt. 50/LVEDP$ — $dp/dt. 50/EDV$. and although some better appreciation was obtained, they were not conclusive because of the ample degree of data dispersion.

Concerning the volume data measurements, we have found the Ejection Fraction to be the most valuable parameter, on determining the heart function as a pump, and it correlated well with the clinical data.

BIBLIOGRAFIA

Braunwald, E.; J. Jr.; Sonnenblick, E. H.: Mechanisms of contraction of the normal and failing heart. *New England J. Med.*, 277: 794, 853, 910, 962, 1012; 1967.

Braunwald, E.; Ross, J. Jr.; Cault, J. H.; Mason, D. T.; Mills, C.; Gabe, I. T.; Epstein, S. E.: Assessment of cardiac function. *Ann. Int. Med.*, 70: 369, 1969.

Ross, J. Jr.: The assessment of myocardial performance in man by hemodynamic and cineangiographic technics. *Amer. J. Cardiol.*, 23: 511, 1969.

d'Oliveira, J.; Garcilazo, E.; Ruiz Calderón, N. y Tenreiro, E.: Metodología y Calibración del dp/dt . *Rev. Arg. de Card.*, 42: 3179, 1974.

Coghian, J.: Evaluación funcional del corazón. *Rev. Med. Chile*, 100: 988, 1972.

Hill, A. V.: Heart of shortening and dynamic cons-

tants of muscle. *Proc. Roy. Soc. Londres (Biol.)*, 126: 136, 1938.

Sonnenblick, E. H.; Parmley, W. W. y Urschel, C. W.: The contractile state of the heart as expressed by force-velocity relations. *Amer. J. Cardiol.*, 23: 488, 1969.

Fry, D. M. Jr.; Greenfield, J. C. Jr.: Myocardial mechanics: Tension-velocity length relations of heart muscle. *Circ. Res.*, 14: 73, 1964.

Huxley, A. F. y Taylor, R. E.: Local activation of striated muscle fibers. *J. Physiol.*, 144: 426, 1958.

Fry, D. L.: Physiologic recording by modern instruments with particular reference to pressure recording. *Physiol. Rev.*, 40: 752, 1960.

Knopp; Rahintoola, S. H. and Swam, J. H. C.: First derivative of ventricular pressure recorded by means of conventional cardiac catheters. *Cardiovascular Res.*, 4: 398, 1970.

Cohn, P.; Garlin, R.; Cohn, L. et al: Left Ventricular Ejection Fraction as Prognostic Guide in Surgical Treatment of Coronary and Valvular Heart Disease. *Am. J. Cardiol.*, 34: 136, 1974.

Dodge, H.; Sandler, H.; Baley, D. et al.: The use of biplane angiocardiology for the measurement of left ventricular volume in man. *Am. Heart J.*, 60: 762, 1960.

Greene, D.; Carlisle, R.; Grant, C. et al: Estimation of left ventricular volume by one plane cineangiography. *Circulation*, 35: 61, 1967.

Dodge, H.; Sander, H.; Baxley, W. et al: Usefulness and limitations of radiographic methods for determining left ventricular volume. *Am. J. Cardiology*, 18: 10, 1966.