

Las Variaciones de la Presión Arterial Durante la Prueba Ergométrica como Índice de Severidad de la Cardiopatía Isquémica

Dres.: CASER DELL'ARCIPRETE, ALBERTO VAZQUEZ, LILIANA GRINFELD DE RONCORONI,
FANNY R. MINDLIN DE APTECAR y MOISES APTECAR

Departamento Cardio-Vascular, Institutos Médicos Antártida, Buenos Aires.

RESUMEN

Se intenta en este trabajo precisar los alcances de las variaciones de presión arterial (PA) durante la prueba ergométrica (PEG) para evaluar la severidad de la cardiopatía isquémica. A tal efecto, fueron estudiados 155 pacientes, a los cuales se les efectuó un PEG y un estudio cine-angio-ventriculográfico. Ambas investigaciones fueron practicadas e interpretadas de acuerdo a los métodos y criterios habituales en nuestros laboratorios, dándose exclusión a los portadores de valvulopatías, miocardiopatías o arritmias.

El análisis de los datos demostró que si bien la PA sistólica (PAS) basal era mayor en los grupos de 2 y 3 vasos estrechados y el incremento con el esfuerzo era mayor en los mismos, las diferencias no alcanzaban niveles significativos. En cambio, la división de la población en un grupo A, con PEG + incrementos de la PAS ≥ 40 mmHg (n:66) y un grupo B (n:89), que comprende el resto de los pacientes permite observar lo siguiente: la PAS y la PA diferencial basales son ligeramente superiores en el Gr. A ($P < 0,01$), así como el doble producto ($P < 0,02$); el incremento de la PAS, PA diastólica y diferencial y doble producto, en cambio, es menor para el Gr. A, con diferencias altamente significativas ($P < 0,001$). En cuanto a la severidad de la cardiopatía isquémica de ambos grupos, constatamos que el promedio de vasos enfermos por paciente es de 2,38 para el Gr. A y de 1,28 para el Gr. B ($P < 0,001$); también la proporción de pacientes con 2 y 3 vasos enfermos es significativamente mayor en el Gr. A ($P < 0,001$). Asimismo, la carga máxima alcanzada fue de 445 ± 178 kgm en el grupo A y de 627 ± 189 kgm en el B ($P < 0,001$); también es significativo el predominio de enfermos con ventrículos disquinéticos en el Gr. A ($P < 0,05$), mientras que la fracción de eyección muestra una tendencia a ser menor que este grupo. La proporción de las lesiones de la DA es también mayor en el grupo A ($P < 0,001$), y 9 de las 10 lesiones de tronco de la población total se hallan en el mismo. Finalmente,

la sensibilidad del criterio propuesto para la detección de pacientes con 2 y 3 vasos es de 60 %, con una especificidad del 78 % y un valor predictivo del 77 %. Por el contrario los 14 pacientes que mostraron un descenso de la PAS durante la PEG no presentaron diferencias significativas con el resto de la población.

Existe un consenso general sobre el hecho de que un comportamiento anómalo de la presión arterial (PA) durante la prueba ergométrica (PEG) indica un deterioro funcional del ventrículo izquierdo, secundario, en general, a una mayor severidad de la cardiopatía isquémica. Sin embargo, este "comportamiento anómalo" no está definido con suficiente precisión ni con un criterio uniforme, motivo que nos impulsó a analizarlo en nuestros casos de correlación ergométrica-angiográfica.

MATERIAL Y METODOS

Este análisis fue practicado sobre la totalidad de nuestras correlaciones ergométricas-angiográficas, de las cuales fueron excluidas:

- Las pruebas insuficientes.
- Los pacientes valvulares.
- Las miocardiopatías.
- Los enfermos que presentaron arritmias significativas durante la PEG.
- Las pruebas efectuadas después de practicado by-pass aorto-coronario.
- Aquellos casos en los que el intervalo entre la PEG y el estudio angiográfico excedía un tiempo máximo de 6 meses, o en los cuales se hubiera producido un cambio sintomatológico importante durante ese lapso.

Las PEG fueron realizadas de acuerdo con nuestro procedimiento habitual, con un protocolo escaleriforme continuo, sobre bicicleta de frenado electromagnético (1). Las pruebas eran de tipo máximo, limitadas por síntomas; el descenso de la PA durante la prueba no implicaba, por sí solo, la detención de la misma. Las pruebas fueron calificadas como "anormales específicas" o "positivas" de acuerdo con nuestro criterio habitual, cuando presentaban un descenso del segmento ST igual o mayor de 2 mm., a los 0,08" del punto J, de curso horizontal, descendente o ascendente, con o sin angor concomitante, en cualquiera de las derivaciones registradas; en la gran mayoría de los casos, ello se producía en la derivación precordial V5; también fueron consideradas como positivas las elevaciones del ST en las precordiales, mayores de 2 mm. La presión arterial fue determinada por el método auscultatorio corriente, con manguito y manómetro de mercurio; se obtuvieron en todos los casos valores de PA sistólica (PAS) y diastólica (PAD), intra-esfuerzo, basales y en cada una de las etapas de la prueba, llevados al medio cm. más cercano. Estos datos, así como la PA diferencial, fueron analizados luego en cuanto a su variación en valores absolutos y en porcentaje de variación respecto a los valores basales. También se determinó el doble producto (DP), comparando los valores basales con los de la última etapa de la prueba, que coincidía habitualmente con el momento de máxima frecuencia y presión. Fueron analizados por separados todos los casos con descensos tensionales acaecidos durante el desarrollo de la prueba o en la última etapa de la misma.

El estudio angiográfico fue realizado por el método selectivo de Sones, definiendo como lesiones significativas aquellas superiores al 70 % de obstrucción de la luz para los 3 vasos principales y al 50 % para el tronco de la coronaria izquierda. En escasas

ocasiones se computaron también lesiones de la 1ª diagonal, cuando la importancia de esta rama era significativa en el esquema general de la distribución de la circulación del miocardio. La ventriculografía fue interpretada en OAD, calificando los pacientes como portadores de ventrículo "normal" cuando no presentaba anomalía alguna de contracción, y ventrículo "disquinético" cuando la misma se hallaba presente, cualquiera fuese el grado de perturbación dinámica. La fracción de eyección fue determinada de acuerdo a la fórmula habitual, considerando como valor normal el de $0,65 \pm 0,04$ en la práctica, los enfermos fueron definidos como "FE disminuida" cuando el valor de la misma era de 0,60 o inferior, y "FE normal", por encima de esta cifra (2).

La evaluación estadística de los datos fue realizada por el método del X^2 para la distribución de casos y por el test de la t de Student para la comparación de promedios.

RESULTADOS

Fueron analizados en total 155 pacientes, 132 hombres y 23 mujeres, con edades que oscilaban entre los 28 y los 71 años. La Tabla I presenta la distribución de los pacientes de acuerdo a los resultados de la angiografía, indicando la edad promedio, la PA basal y sus incrementos por cada grupo de pacientes. Podemos observar que no hay diferencias significativas de edad entre los 4 grupos; la PAS basal tiende a ser mayor en los grupos de mayor severidad angiográfica, y el incremento, por el contrario, tiende a ser menor en los mismos, pero las diferencias no son estadísticamente significativas. La Fig. 1 reproduce, gráficamente, los mismos datos.

La tabla siguiente (Tabla II) demuestra que si bien los valores del incremento tensional tienden a ser menores en los pacientes con ventrículo disquinético y en los portadores de FE disminuidas, las diferencias

	n	EDAD	PAS BASAL	% INCREM.	Δ mmHg.
0 VASOS	34	52,2 \pm 6,6	130,3 \pm 23,5	37,8 \pm 22,6	46,4 \pm 24,8
1 VASO	36	53,7 \pm 8,0	132,4 \pm 21,4	36,8 \pm 20,3	46,5 \pm 22,6
2 VASOS	33	54,8 \pm 7,6	139,1 \pm 22,6	30,6 \pm 16,5	40,6 \pm 20,9
3 VASOS	52	52,3 \pm 9,2	139,8 \pm 19,6	23,1 \pm 16,9	31,3 \pm 22,0

TABLA I - Variaciones de la PAS por grupos angiográficos

I N C R E M E N T O S D E L A P A S ($\bar{X} \pm DS$)

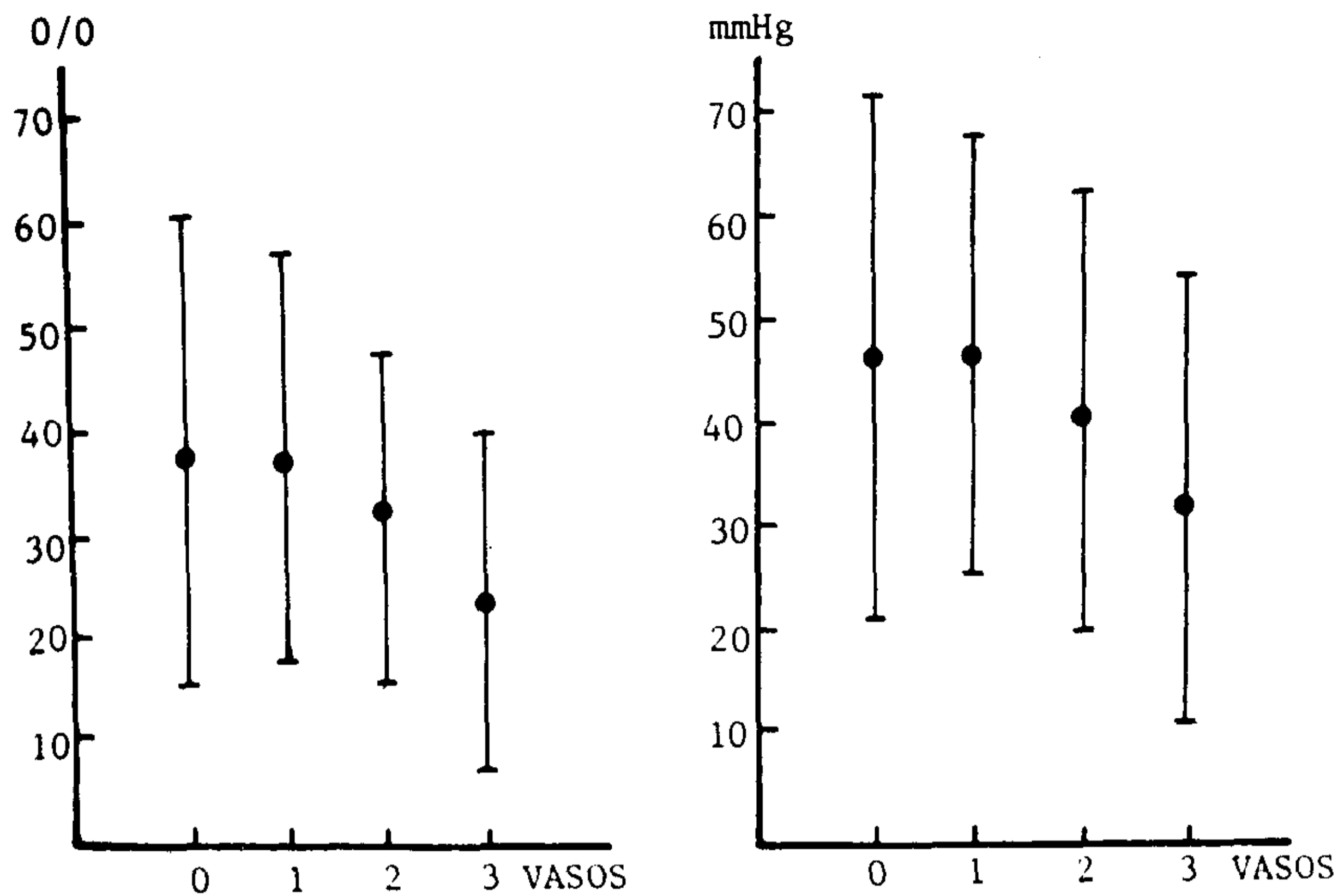


Figura 1 - Variaciones de la PAS por grupos angiográficos

	n	% INCREM. PA SIST	% INCREM. PA DIAST.	% INCREM. PA DIFER.
VENTR. NORMAL	41	32,1 \pm 25,7	15,1 \pm 19,6	61,3 \pm 53,6
VENTR. DISQUIN.	114	28,7 \pm 20,6	18,1 \pm 24,2	50,5 \pm 49,2
FR.EY. NORMAL	64	31,9 \pm 18,3	19,6 \pm 16,0	54,6 \pm 41,7
FR.EY. DISMIN.	46	28,6 \pm 18,1	19,9 \pm 19,1	44,9 \pm 50,4

TABLA II - Variaciones de la PA según ventriculograma y FE

tampoco son estadísticamente significativas. Por tales motivos, hemos tratado de encontrar para nuestra población un criterio que permita correlacionar las variaciones tensionales con la severidad de la cardiopatía; después de ensayar con diferentes valores de incremento tensional (10 mmHg, 20 mmHg, etc.), creemos haber encontrado el punto de separación que mejor permite dividir nuestros enfermos en un grupo de mayor y otro de menor severidad lesional. De acuerdo al mismo, el grupo más afectado (grupo A), que incluye 66 pacientes, correspondería a los portadores de pruebas positivas, con ascensos de la PAS iguales o menores de 40 mmHg; el grupo B, de menor gravedad, comprendería el resto de la población (89 pacientes). Aunque la edad de

los pacientes es ligeramente superior en el grupo A (54,1 \pm 8,5 años contra 52,3 \pm 7,6 años) respecto al B, la diferencia no es estadísticamente significativa y no justifica, de por sí, el distinto comportamiento que señalamos a continuación. Del mismo modo, tampoco es significativa la diferente distribución de mujeres en cada grupo (6 en el grupo A y 17 en el B).

Vamos a caracterizar, en primer lugar, las distintas respuestas tensionales de los dos grupos. Como puede observarse en la Tabla III, la PAS basal es superior en el grupo A respecto al B; si bien la diferencia no es numéricamente importante, es estadísticamente significativa ($P < 0,01$). Lo mismo pasa con PA diferencial basal; en cambio, no hay diferencia significativa en la PAD

	PAS BASAL	S.E.	% INCREM.	Δ mmHg.	S.E.
GRUPO A	142,0 \pm 21,1	P < 0,01	14,6 \pm 12,8	20,1 \pm 18,2	P < 0,001
GRUPO B	131,1 \pm 21,0		40,6 \pm 21,1	51,6 \pm 24,4	
	PAD BASAL	S.E.	% INCREM.	Δ mmHg.	S.E.
GRUPO A	83,2 \pm 13,6	P: N.S.	11,0 \pm 26,8	7,6 \pm 14,1	P < 0,001
GRUPO B	79,5 \pm 12,1		22,0 \pm 18,6	16,3 \pm 13,5	
	PA dif. BAS.	S.E.	% INCREM.	Δ mmHg.	S.E.
GRUPO A	58,9 \pm 14,1	P < 0,01	23,2 \pm 29,7	12,1 \pm 16,3	P < 0,001
GRUPO B	51,1 \pm 13,3		74,8 \pm 51,4	34,5 \pm 19,7	

PAS = Pr.Art.Sistólica PAD = Pr.Art.Diastólica
PA dif = Pr.Art.diferencial S.E. = Significación Estadística

TABLA III - Variaciones de la PA en los grupo A y B

basal. Por otra parte, el incremento de las 3 presiones, considerado en forma absoluta o relativa respecto a los valores basales, es estadísticamente significativo para los 3 parámetros, pero especialmente para la PAS y la PA diferencial ($P < 0,001$), como puede verse también en el gráfico correspondiente (Fig. 2). Señalemos, de paso, que la variación absoluta de la PAS (20 ± 18 mmHg) concuerda perfectamente con el límite establecido de 40 mmHg para caracterizar el grupo A.

La ligera diferencia de valores tensionales basales entre el grupo A y el B origina una dificultad en la evaluación estadística, y, por otra parte, puede generar algunas dudas respecto a si el compartimiento de la presión con el ejercicio no depende de la PA basal. Para aclarar este punto, además de incluir el cálculo de la variación porcentual respecto a los valores basales, hemos dividido ambos grupos en dos sub-grupos (A-A' y B-B') separando, en los dos casos, los pacientes con PAS basal superior a 130 mmHg

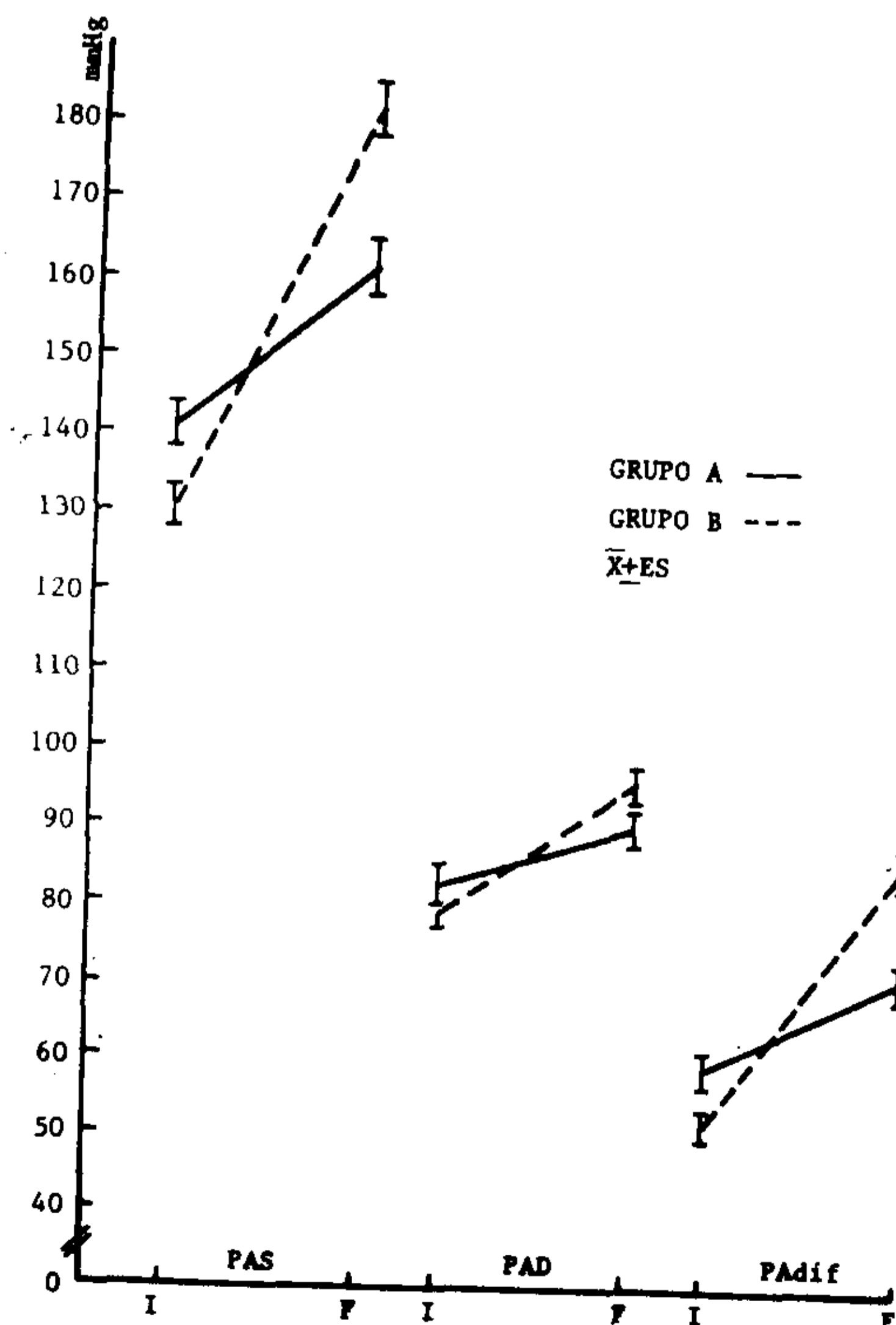


Fig. 2 - Comportamiento tenslonal de los grupos A y B

de los portadores de cifras inferiores a dicho límite (Fig. 3). De esta manera, desaparecen las diferencias estadísticas entre las cifras basales (A-B y A'-B', respectivamente); sin embargo, resulta evidente que el comportamiento tensional es función del grupo y no de la presión basal, puesto

que el incremento tensional es idéntico para los sub-grupos A - A', por un lado, y el B - B' por el otro, siendo, en cambio, francamente diferente entre A-B y A'-B'.

Características similares a las de la PA reviste el comportamiento del doble producto (Fig. 4). También aquí los valores basales

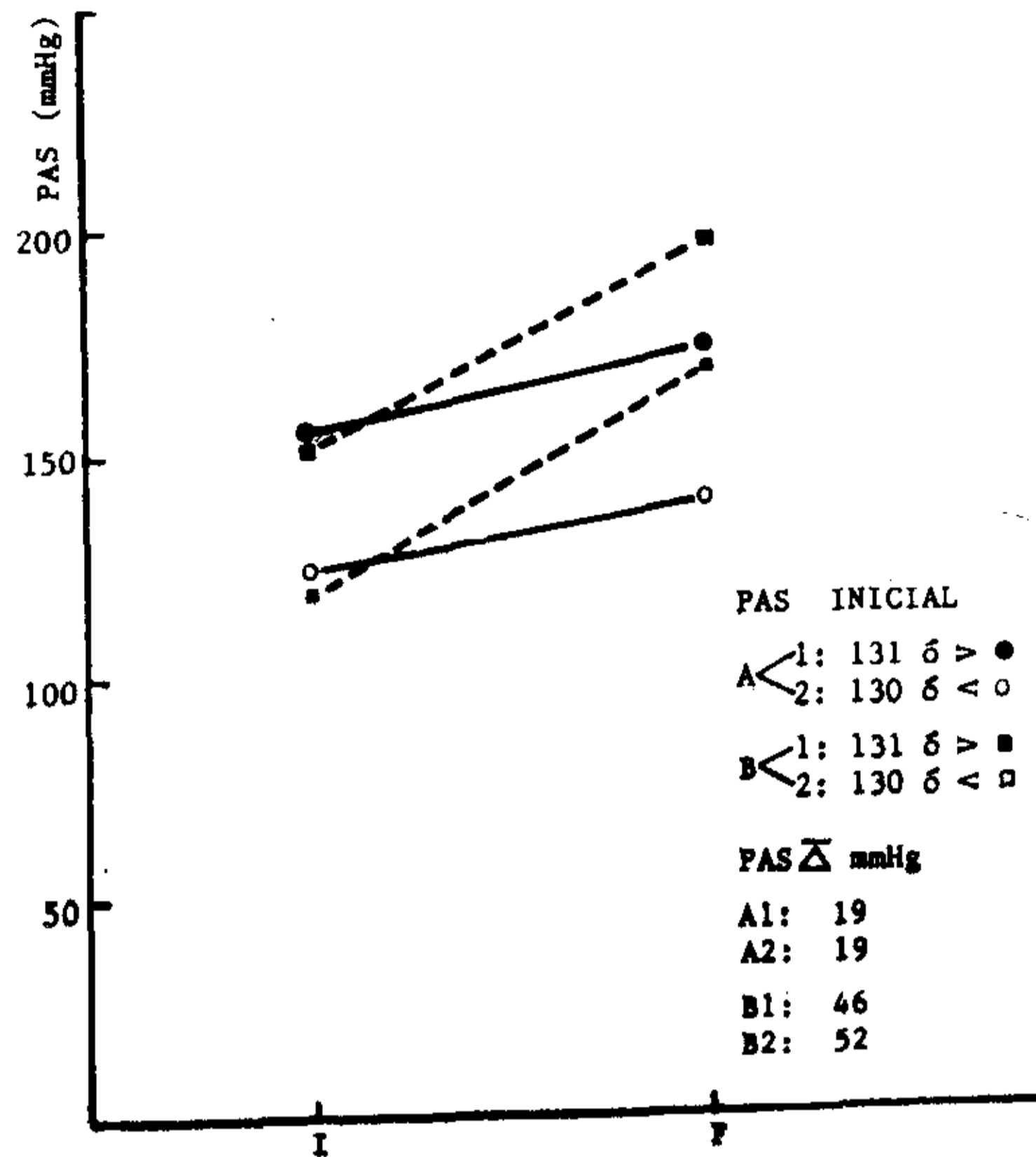
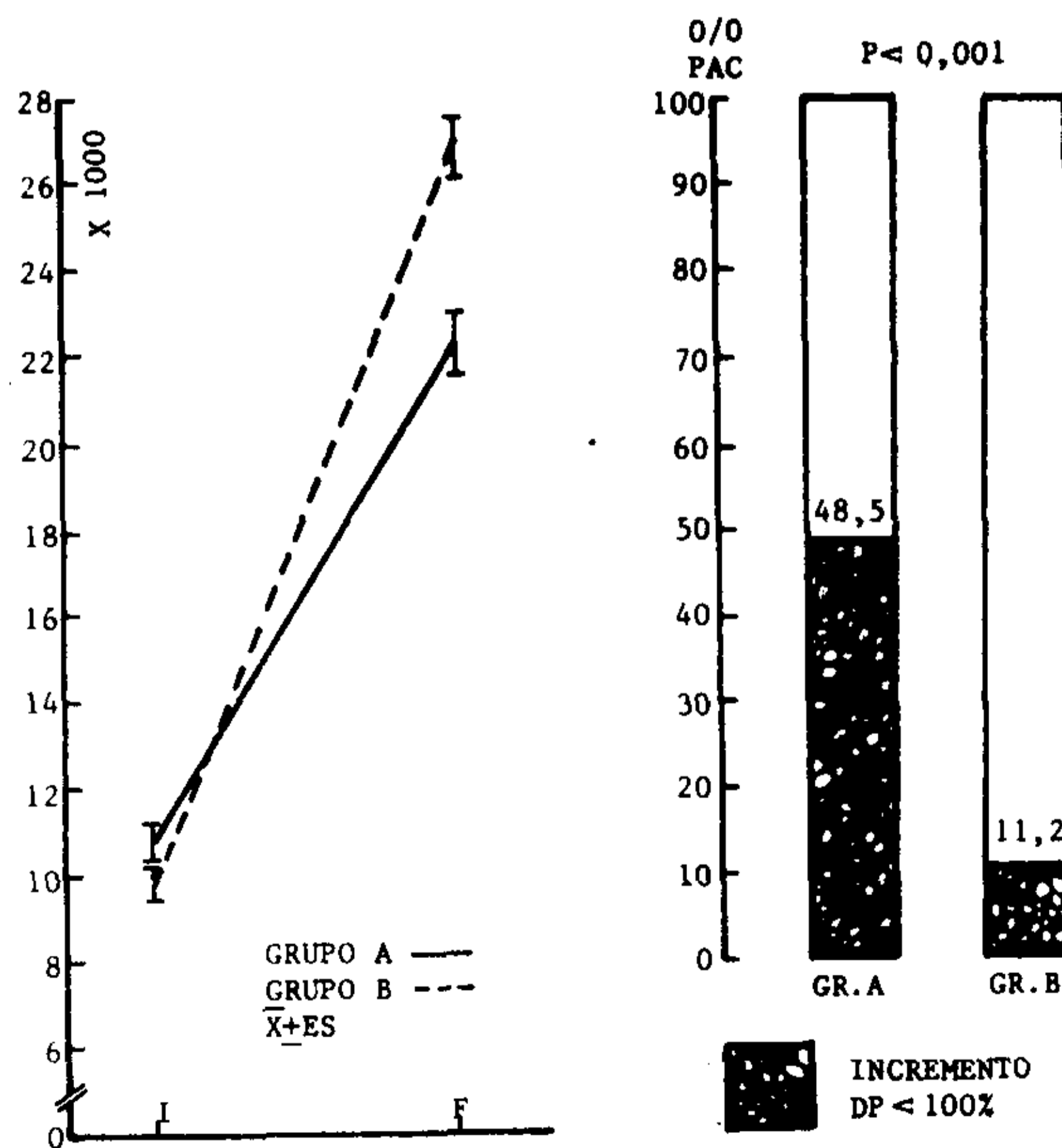
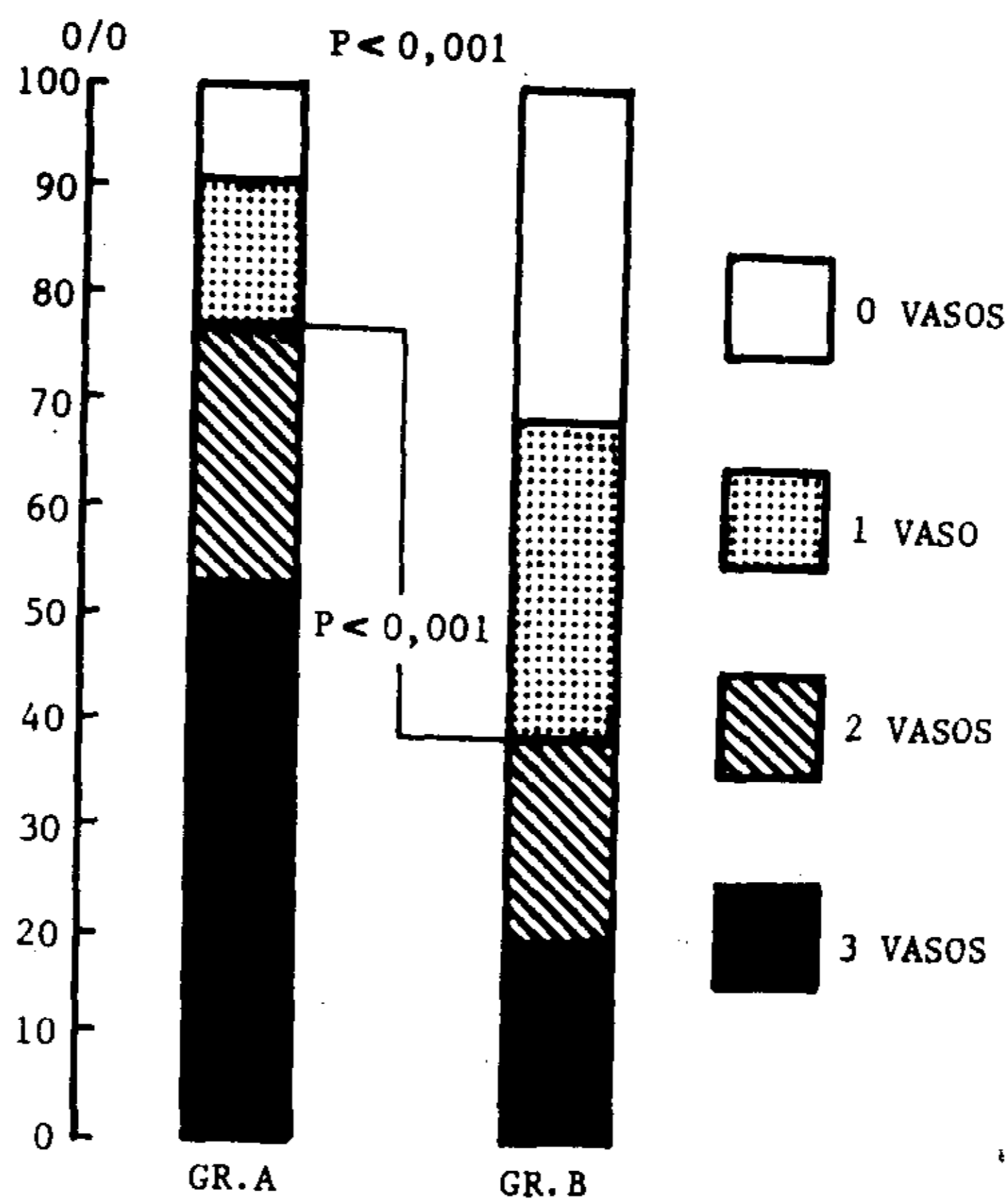


Fig. 3 - Comportamiento tensional de los sub-grupos A-A' y B-B' (ver texto)



	D.P. BASAL	S.E.	Z INCREM.	Δ	S.E.
GRUPO A	10805+2995	P < 0,02.	108,4+49,3	11086+4687	P < 0,001
GRUPO B	9779+2408		186,2+68,7	17120+5011	

Figura 4 - Comportamiento del doble producto en los grupos A y B



	0 V	1 V	2 V	3 V
GRUPO A	6	9	16	35
GRUPO B	28	27	17	17
	34	36	33	52
	0 V	1 V	2 V	3 V
GRUPO A	9,1%	13,6%	24,2%	53,1%
GRUPO B	31,5%	30,3%	19,1%	19,1%

Figura 5 - Características angiográficas de los grupos A y B

del grupo A sin ligeramente significativos, superiores a los del B ($P < 0,02$); sin embargo, los valores máximos alcanzados, y especialmente, el porcentaje de incremento, son muy significativamente diferentes ($P < 0,001$), indicando una capacidad aeróbica evidentemente menor para el grupo A. Es así como, teniendo como línea divisoria los incrementos del 100 %, el grupo A tiene un 48,5 % de los casos con aumentos menores de ese valor, mientras que el B tiene solamente un 11,2 % de pruebas con tales características ($P < 0,001$).

Tratando ahora de calificar la severidad respectiva de ambos grupos, podemos señalar, en primer lugar, que las medias ponderadas de vasos significativamente estrechados por paciente son 2,38 para el grupo A y de 1,28 para el grupo B ($P < 0,001$). Asimismo, observamos (Fig. 5) una proporción muy significativamente superior ($P < 0,001$) de pacientes con lesiones de 2 y 3 vasos en el grupo A respecto al B (77 %

contra 38 %). También es significativo el predominio de pacientes con ventrículo disquinético en el grupo A ($P < 0,05$) (Fig. 6). Las diferencias en relación a la fracción de eyección, si bien ofrecen una tendencia a la acumulación de pacientes con FE disminuida en el grupo A (47,5 % vs. 34,4 % en el grupo B), no alcanzan a ser significativas. De todos modos, el promedio de las FE del grupo A se halla por debajo de nuestro límite inferior de normalidad ($0,57 \pm 0,16$), mientras que el del grupo B es superior al mismo ($0,62 \pm 0,15$). Aboga igualmente en el sentido de una menor capacidad funcional, la significativamente menor carga máxima promedio alcanzada por el grupo A en relación al B (445 ± 178 kgm vs. 627 ± 189 kgm, $P < 0,001$). Por último, las lesiones de la descendente anterior estuvieron presentes en 48 de los 66 enfermos del grupo A y en 40 de los 89 pacientes del grupo B (Fig. 7, $P < 0,001$), y, finalmente, del total de 10 lesiones de tronco encontradas en la pobla-

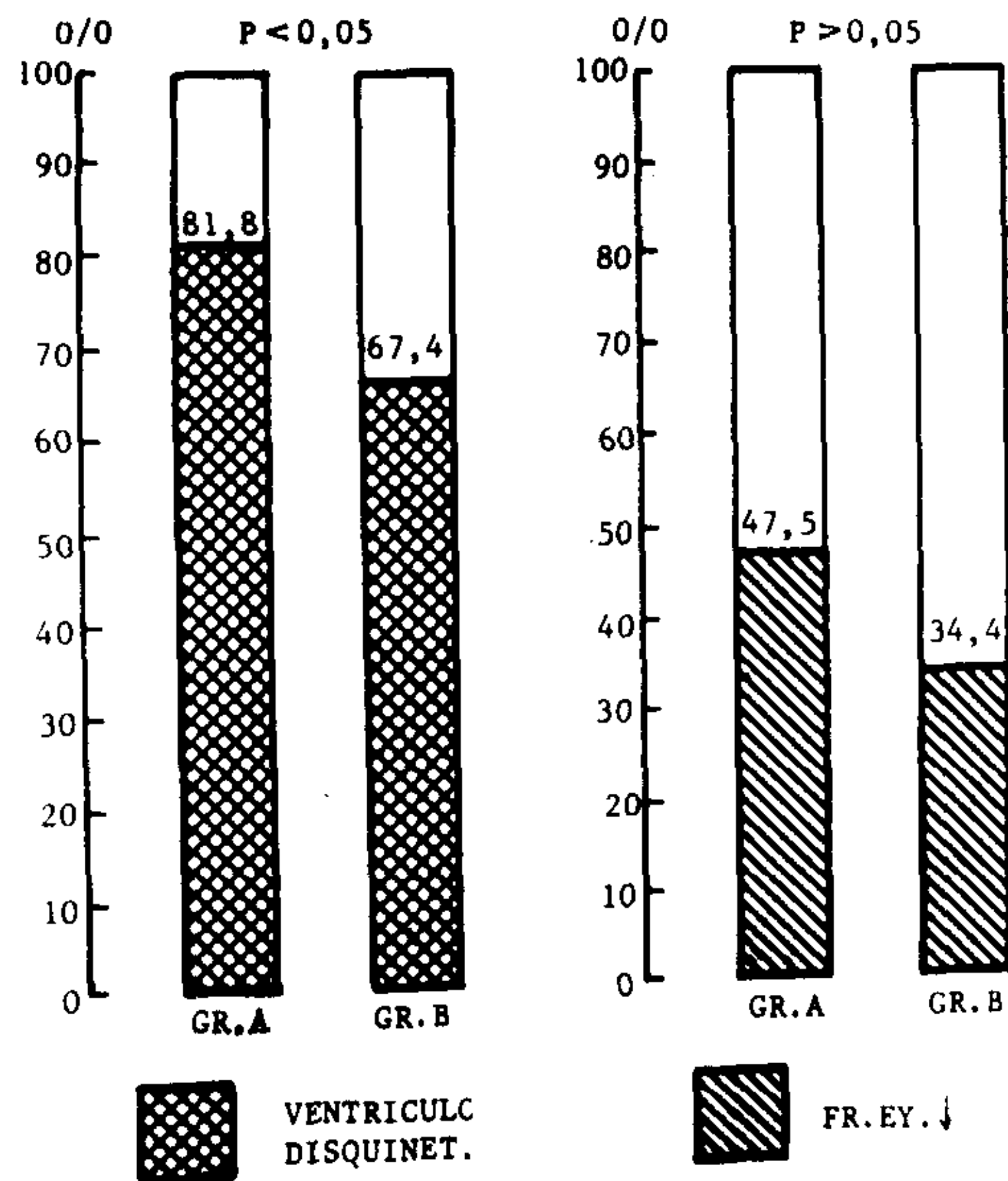


Figura 6 - Distribución de ventriculogramas anómalos y FE disminuidas en los grupos A y B

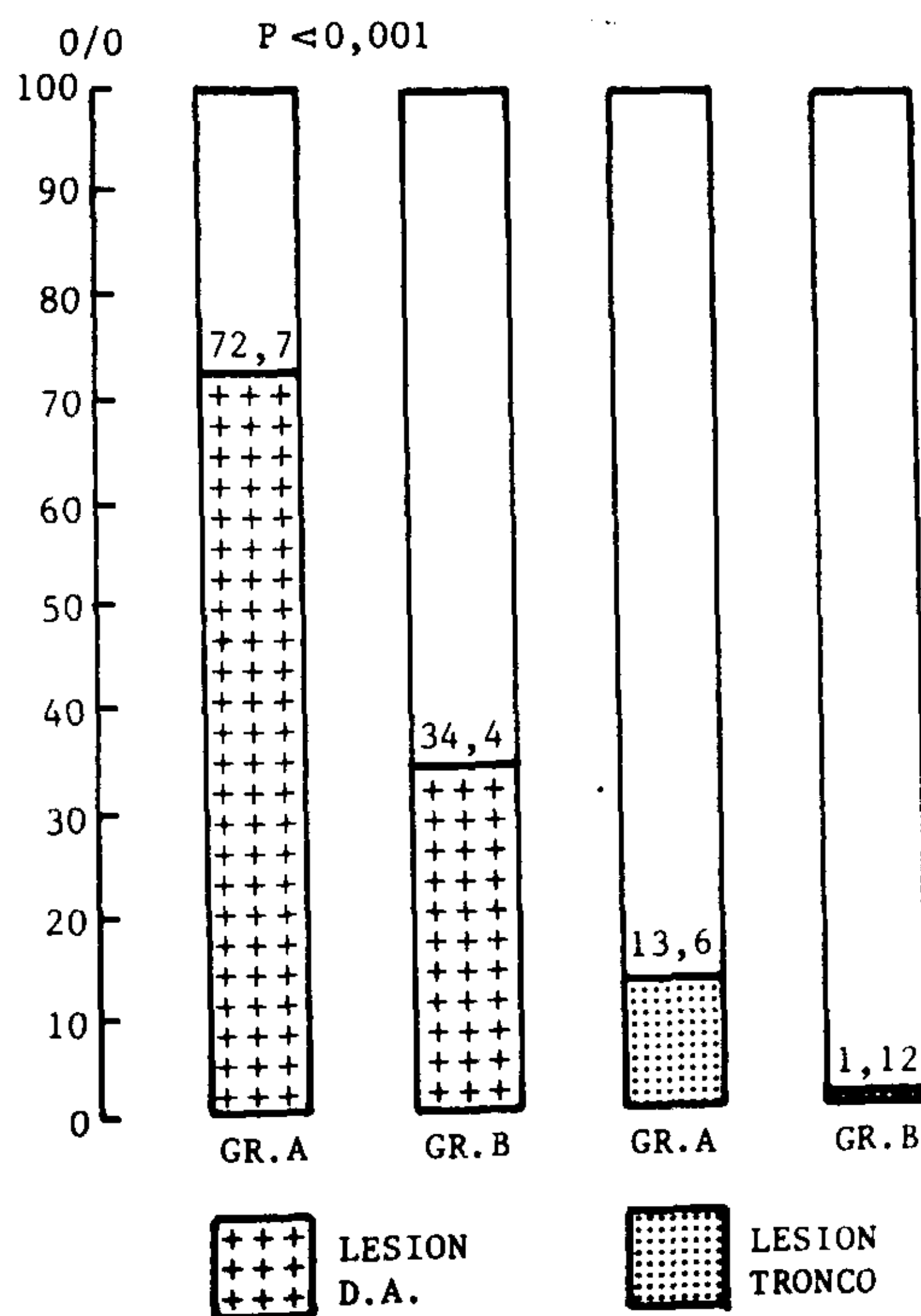


Figura 7 - Distribución de las lesiones de la DA y tronco en los grupos A y B

ción estudiada (6,45 % del total de pacientes), 9 correspondían al grupo A y 1 solamente al grupo B.

Creemos haber conseguido así, en primer lugar, caracterizar las diferencias de las respuestas presoras entre los dos grupos

de pacientes, y, en segundo término demostrar una mayor severidad anatómica y funcional en el primero de los mismos. Nos resta evaluar ahora el criterio de definición del grupo A (PEG + con incrementos de PAS iguales o menores de 40 mmHg) de

	2-3 VASOS	0-1 VASOS	
GRUPO A	51	15	66
GRUPO B	34	55	89
	85	70	155

GRUPO A: PEG + y PAS \leq 40 mmHg.

GRUPO B: Resto de la población.

SENSIBILIDAD: 60%

ESPECIFICIDAD: 78%

EFFECTIVIDAD: 68%

VALOR PREDICTIVO +: 77%

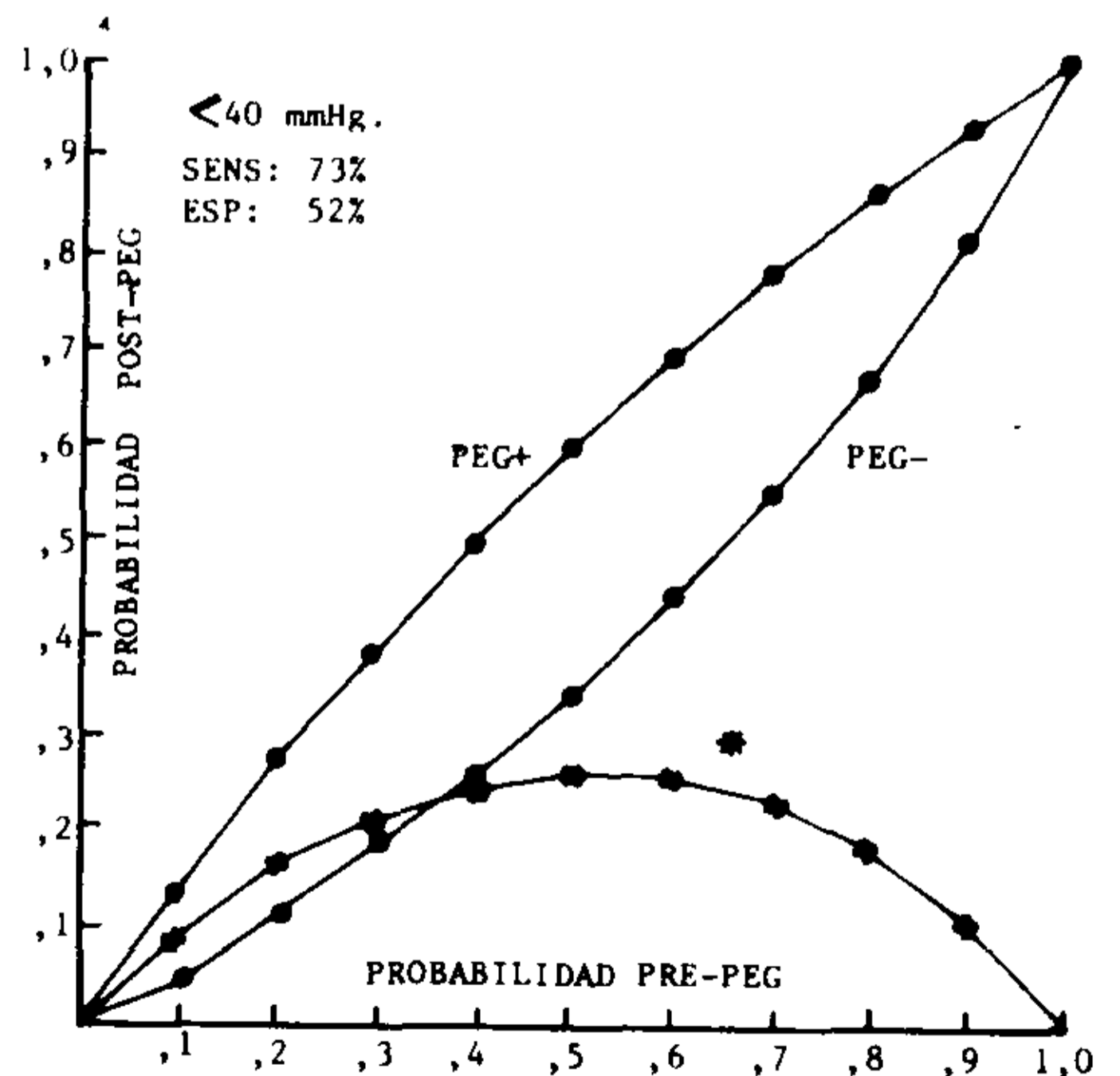
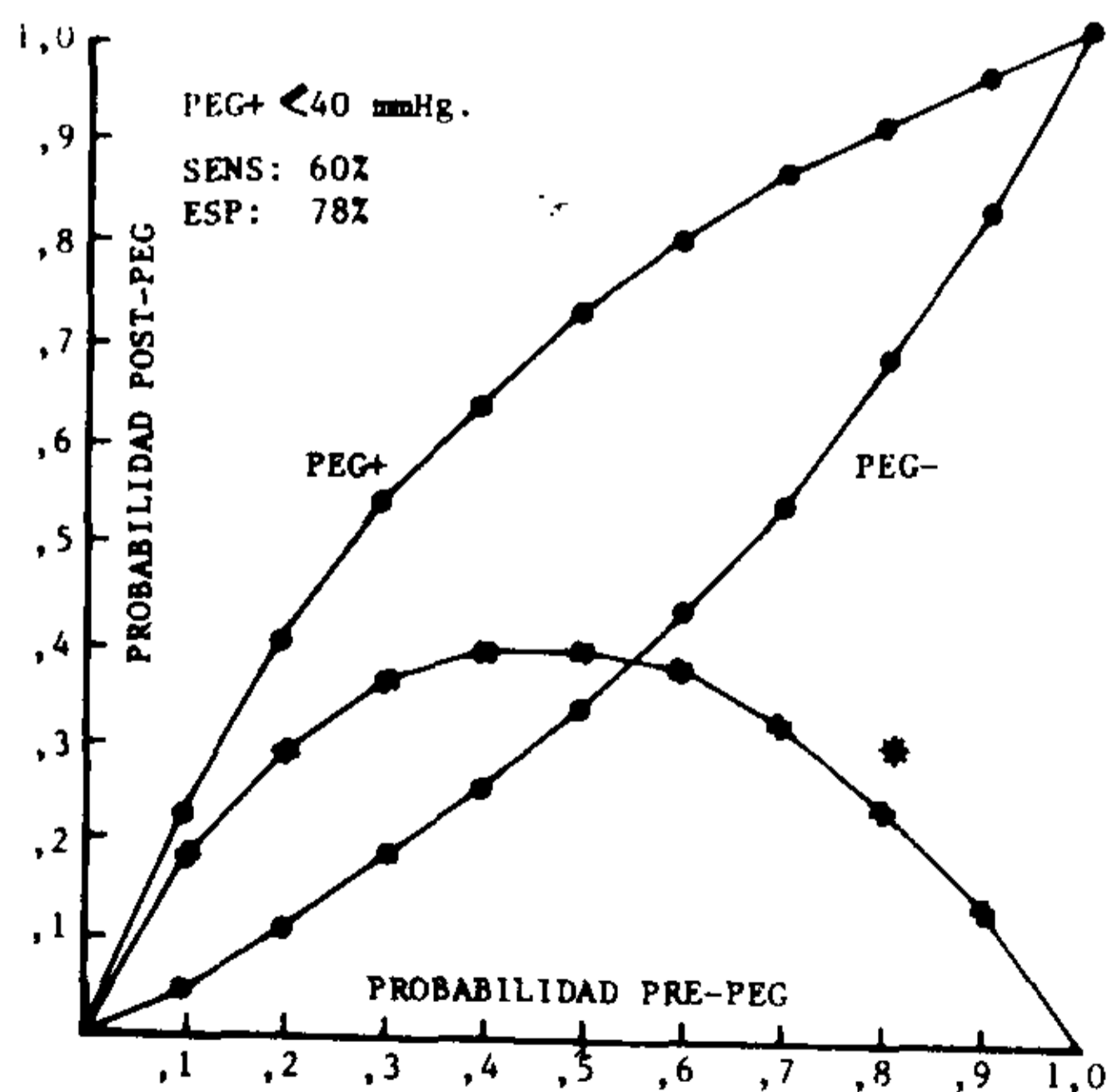
VALOR PREDICTIVO -: 61%

TABLA IV - Sensibilidad, especificidad y valor predictivo del criterio de definición del grupo A

acuerdo a los conocidos parámetros de sensibilidad, especificidad, efectividad y valor predictivo (Tabla IV). Podemos observar que los valores obtenidos son relativamente bajos para la sensibilidad (60%), pero satisfactorios para la especificidad y el valor predictivo (78% y 77%, respectivamente). Un intento de mejorar la sensibilidad, eliminando el requisito de positividad de la prueba y ateniéndonos únicamente a la variación de la PAS (incrementos menores o mayores de 40 mmHg) disminuye, como es de esperar, la especificidad y el valor predictivo a

cifras no aceptables. Asimismo, el análisis de los dos criterios de acuerdo al teorema de Bayes (3), muestra claramente el mejor poder discriminativo del criterio más exigente (Fig. 8).

Por otra parte, el análisis de los 14 pacientes que presentaron disminución de la PAS durante o al finalizar el esfuerzo no demostró una especial severidad de los mismos en relación al resto de la población; tampoco observamos signo alguno de deterioro hemodinámico clínicamente significativo durante o después de las pruebas respec-



$$\text{VALOR PREDICTIVO DE PEG+} : \frac{(\text{sensibilidad})(\text{prevalencia})}{(\text{sensibilidad})(\text{prevalencia}) + (1,0 - \text{especificidad})(1,0 - \text{prevalencia})}$$

$$\text{VALOR PREDICTIVO DE PEG-} : \frac{(1,0 - \text{sensibilidad})(\text{prevalencia})}{(1,0 - \text{sensibilidad})(\text{prevalencia}) + (\text{especificidad})(1,0 - \text{prevalencia})}$$

Figura 8 - Análisis de la capacidad discriminativa de los criterios PEG + \leq 40 mmHg y \leq 40 mmHg según el teorema de Bayes. * = capacidad discriminativa

Nº	DESCENSO PAS mmHg	P.E.G.	ANGIOGRAFIA	VENTRIC.	FRACC. EYECC.	INCREMENTO D.P. (%)
1	50	+ ST-A	DA	D	-	58
2	25	+ ST-A	DA	D	0,54	71
3	70	+ ST-A	DA-Cx	N	-	14
4	10	+ ST-A	DA-Cx-d	D	-	63
5	20*	+ ST	D-DA-Cx-Tr	D	-	69
6	10	+ ST	D-DA-Cx	D	0,78	38
7	20*	+ ST	D-DA-Cx	D	0,64	84
8	10*	+ ST-A	D-DA-Cx	D	0,46	131
9	10*	NEG	NORMAL	N	-	217
10	20	NEG	D-DA	D	0,20	57
11	10*	+ ST-A	D-Cx	D	0,67	165
12	10*#	NEG	DA-d	D	0,68	200
13	10*#	NEG	DA-Cx-d	D	0,37	83
14	50	NEG	NORMAL	N	0,65	94

* - Descenso no inferior a valores basales N - Ventriculo normal
 # - Descenso transitorio D - Ventric. disquinético

TABLA V - Características de los pacientes con hipotensión al esfuerzo

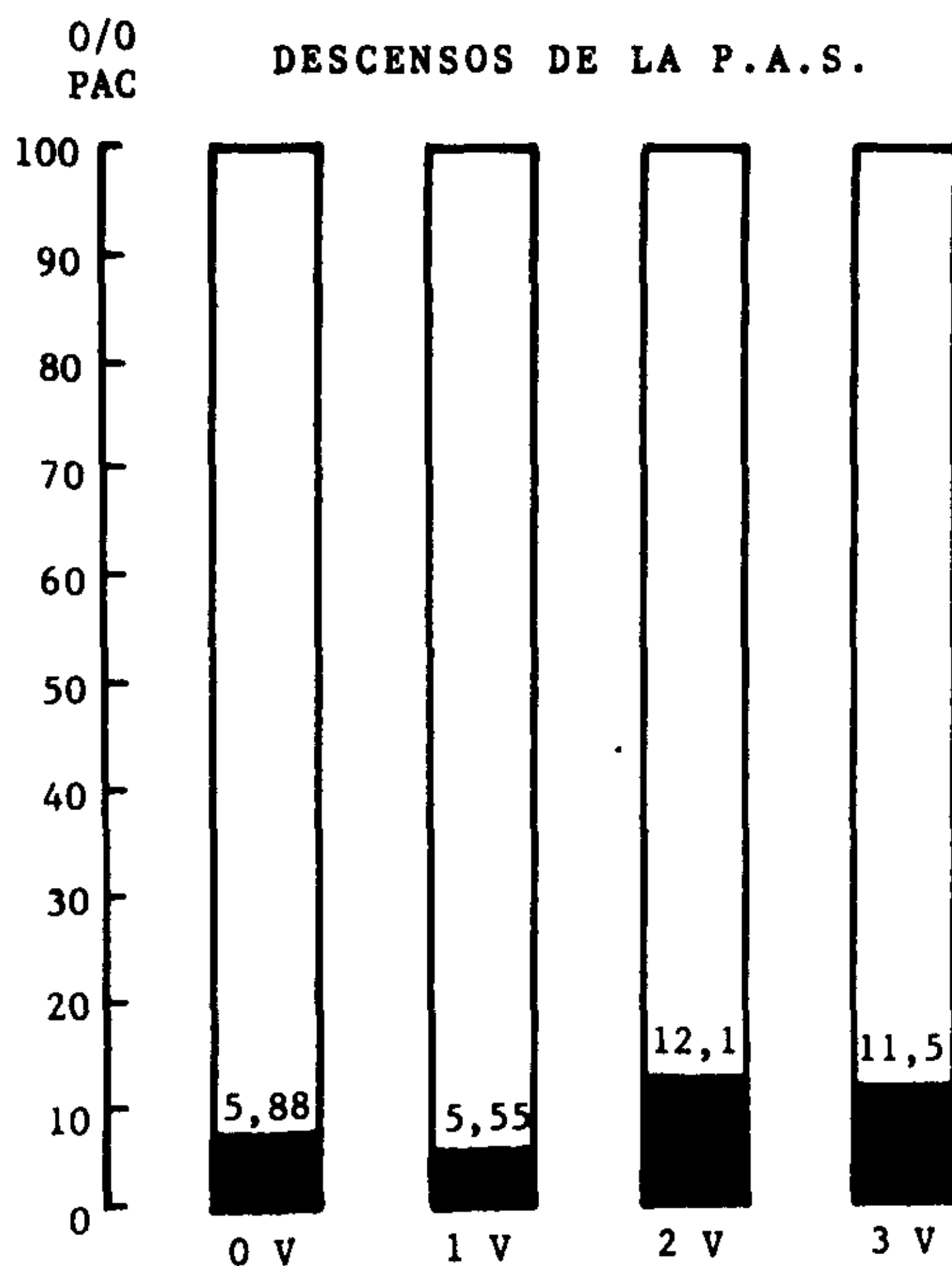


Figura 9 - Incidencia de hipotensiones por grupos de severidad angiográfica. V: vasos

tivas. Como puede comprobarse en la Tabla V, encontramos en este sub-grupo 2 pacientes sin lesiones coronarias, 2 con lesiones de un vaso, 4 con lesiones en 2 vasos, y 6 con lesiones de 3 vasos; vale decir, que presentaron caídas tensionales el 5,88 % de

los pacientes sin vasos enfermos, el 5,55 % de los pacientes con un vaso afectado, el 12,12 % de los enfermos con 2 vasos, y el 11,53 % de los enfermos con 3 vasos (Fig. 9). Estos datos no son significativamente diferentes ni en el número total de vasos por

paciente, ni en la distribución por grupos de severidad, en comparación con el resto de la población. Tampoco la FE o la proporción de ventrículos disquinéticos permite concluir que se trata de pacientes funcionalmente más graves. Finalmente, debe señalarse que este sub-grupo incluye tan sólo una de las 10 lesiones de tronco de la población total.

DISCUSION

Es indudable que la corriente de opinión actual tiende a considerar la prueba ergométrica como una respuesta polivalente del aparato circulatorio frente al esfuerzo, y no solamente como una modificación electrocardiográfica (4, 5). Aún los autores que discuten el valor diagnóstico de la PEG, admiten que puede tener un importante papel en la evolución pronóstica o de capacidad funcional de los pacientes, siempre que se incorporen, en su interpretación, factores de tipo hemodinámico (6). En tal sentido, la presión arterial ha sido considerada como uno de los elementos fundamentales, ya sea aislada o asociada a la frecuencia cardíaca bajo la forma del doble producto (7, 8). Sin embargo, insiste Ellestad recientemente (9) en que la consideración del comportamiento de la PA durante la PEG no ha recibido atención suficiente, y no existen pautas definidas para calificarlo como normal o anormal; si bien la conocida fórmula de Naughton (10, 11) nos sirve para rotular una respuesta como "hiperreactiva", no resulta de la misma claridad el límite inferior de "hiporreactividad"; otras estadísticas son incompletas o no son comparables entre sí, en razón de diferencias en el reclutamiento de los pacientes o en las técnicas de las pruebas (12, 13, 14). La apreciación misma de la importancia de las variaciones de la PA como ayuda para la calificación diagnóstica o de severidad de los pacientes varía en grado extremo según los distintos autores, desde los que le atribuyen un significado pronóstico mayor aún que el de las alteraciones del segmento ST, como Bruce (15), hasta los que le niegan utilidad en estos aspectos (16, 17), pasando por aquellos que la consideran un elemento coadyuvante para la correcta clasificación de las pruebas ergométricas (18, 19).

Nuestros resultados tienden a aclarar estas dudas. En primer lugar, demuestran, como ya ha sido señalado por otros autores (9, 20), que las variaciones de la PA, de por sí,

no permiten separar pacientes coronarios de los no coronarios, ni dividir aquellos por grupos de severidad angiográfica, puesto que la comparación de las respuestas tensionales de los pacientes con 0 - 1 - 2 y 3 vasos afectados no indica diferencias estadísticamente significativas entre los mismos, aunque sí una tendencia, en los grupos más severos, a presentar una PAS basal ligeramente mayor, pero con incrementos menores al esfuerzo. Tampoco hallamos diferencias significativas separando nuestra población de acuerdo al comportamiento de la dinámica ventricular o de la fracción de eyección; en todos estos aspectos, nuestras comprobaciones reproducen, casi exactamente, las de Irving, Bruce y De Rouen (20).

De todos modos, es lógico suponer que la disminución de la capacidad inotrópica de un ventrículo debe traducirse en una mayor elevación tensional con el esfuerzo, aún habida cuenta de que la función de bomba no es el único determinante de la PA, y de que las variaciones de la resistencia vascular periférica no son iguales en los pacientes coronarios que en los normales (21). Admitiendo que el grado de deterioro funcional se correlaciona, por lo general, con el número de vasos enfermos, tratamos de establecer un límite discriminativo entre los pacientes con 0 - 1 vasos y 2 - 3 vasos, analizando las distribuciones de acuerdo con distintos grados de variación absoluta y relativa de la PAS máxima alcanzada durante la prueba. Ello nos permitió comprobar que teniendo en cuenta incrementos menores de 40 mmHg se dejaba de incluir en el grupo de mayor severidad una gran cantidad de pacientes con 2 - 3 vasos enfermos (sensibilidad muy baja), mientras que con incrementos mayores se incluían muchos pacientes con 0 - 1 vasos (baja especificidad). El límite de 40 mmHg, por lo tanto, nos pareció el más conveniente, especialmente si se lo asociaba con una PEG +, tal como se puede observar comparando las curvas de función discriminativa (Fig. 8), y teniendo en cuenta que se descartó la posible influencia de diferencias de edad entre los dos grupos (22). Ello está de acuerdo, por otra parte, con el criterio taxativamente expuesto por Bruce y col. (20), de acuerdo al cual la PA tiene valor pronóstico únicamente en pacientes coronarios: señalemos que estos autores, en el trabajo citado, se refieren a cifras máximas absolutas alcanzadas durante la PEG, y no a incrementos, como en nues-

tro caso. De cualquier manera, resulta importante comprobar que Bruce indica (23) la cifra promedio de 63 mmHg de incremento de la PAS con el esfuerzo máximo en pacientes normales, y de 57, 43 y 36 mmHg para grupos clínicos progresivamente más severos; del mismo modo, y también coincidiendo llamativamente con nuestro criterio, Hammermeister y col. (24) proponen una cifra de incremento máximo de la PAS con el esfuerzo de 32 mmHg, como calificativa de un grupo coronario más severo, definido por una mayor mortalidad.

A su vez, el doble producto, al multiplicar una menor presión por una menor frecuencia, no hace sino acrecentar la diferencia entre los dos grupos; tanto las variaciones en los promedios alcanzados, como la separación de la población de acuerdo a un incremento superior o inferior al 100 % del valor basal, alcanzan niveles de diferencia estadística muy significativos; también aquí se confirma una similitud conceptual y numérica con los hallazgos de otros autores (8, 16). En cambio, no coincidimos con la comunicación de Sheps y col. (25), quienes atribuyen, a través del estudio angiográfico de 41 enfermos, un significado de severidad a las elevaciones de la PAD de 15 mmHg o más; en nuestros pacientes, sucedió lo contrario, ya que el grupo A, más grave, tuvo una elevación promedio de 7,6 mmHg, y el grupo B, menos afectado, presentó un ascenso promedio de 16,3 mmHg. Tal vez las dificultades para registrar correctamente la PAD, especialmente durante el esfuerzo en el treadmill, pueden explicar estas diferencias.

Queremos señalar también una notable correspondencia de algunos de nuestros resultados con los de un importante estudio sobre el comportamiento de la PA durante la PEG, realizado por Shurman y col. (26). Señalan estos autores, después de analizar 2.000 ergometrías, que el 85 % de los enfermos con descensos tensionales intra-esfuerzo eran coronarios, mientras que de los pacientes con elevaciones tensionales insuficientes durante la PEG, 76 % presentaba coronariopatía. Aunque la calificación de los pacientes fue clínica en un caso y angiográfica en el otro, no deja de llamar la atención que las cifras pertinentes, en nuestra estadística, son el 81,7 % y 72,6 %, respectivamente.

Habiendo definido así las características del comportamiento de la PA y del doble

producto en los dos grupos en los cuales fue dividida nuestra población mediante el criterio propuesto nos parece importante caracterizar las diferencias en cuanto a la severidad de los mismos; tanto si consideramos la distribución de cada grupo en 4 categorías (0 - 1 - 2 y 3 vasos) como si los subdividimos en 2 (0 - 1 y 2 - 3 vasos), las diferencias alcanzan niveles estadísticamente muy significativos; lo mismo sucede con las lesiones de la DA y principalmente del tronco de la coronaria izquierda, como ya fue señalado en el capítulo de resultados. Asimismo, a nivel funcional, la carga máxima alcanzada es significativamente menor en el grupo A, y también predominan en éste los ventrículos disquinéticos (no hemos discriminado los grados de alteración de la dinámica ventricular, para no subdividir excesivamente la población. Tan sólo la diferente distribución de los pacientes con FE disminuida se halla por encima del nivel de significación estadística; consideramos que ello se explicaría por no determinar, en nuestros estudios habituales, la respuesta de la FE al esfuerzo, y por el hecho de que muchos enfermos, y principalmente los más severos, son estudiados bajo acción de vasodilatadores.

En cuanto a la sensibilidad y especificidad del criterio expuesto para la detección de pacientes más severos, creemos que alcanza un nivel relativamente satisfactorio, sin ser óptimo; se debe tener en cuenta que no se trata de un intento de diagnóstico, sino de severidad, objeto para el cual un valor predictivo de 77 % parece aceptable, máxime si se tiene en cuenta que el requisito de una PEG + implica circunscribir una población con un muy elevado porcentaje de enfermos coronarios, evitando los deterioros de efectividad propios del extremo de la curva de Bayes correspondiente a bajas prevalencias.

Finalmente, nos detendremos en el análisis de un hallazgo un tanto paradójico, puesto que discrepa con un postulado ya clásico en ergometría, y atractivo por su simplicidad, cual es interpretar las hipotensiones durante el esfuerzo como expresión de una falla inotrópica especialmente severa. Este concepto, vertido hace ya 20 años por Bruce y col. en relación a cardiopatías no coronarias (27) llegó a hacerse muy popular a partir de la ampliamente citada publicación de Thomson y Kelemen (28). Estos autores comunicaron 17 casos de hipotensión al es-

fuerzo (definida como descenso tensional sostenido, a valores inferiores a los basales), de los cuales dos fallecieron al poco tiempo de la ergometría, y los restantes 15 ofrecieron un elevado grado de patología en el estudio angiográfico (5 lesiones de tronco; 14 de los 15 pacientes tenían lesiones proximales de 2 vasos, equivalentes a lesión de tronco; 12 sobre 15, lesiones de 3 vasos). Si bien los autores no refieren la proporción que los 17 pacientes referidos representan dentro de su población total, ni comparan los resultados de los estudios de este subgrupo con los dos controles, no puede negarse que la severidad de la patología del árbol coronario en estos enfermos es poco común. También Berman y col. (8) refieren lesiones de 2 y 3 vasos en 9 de sus 11 pacientes con hipotensión durante el esfuerzo, y Morris y col. (29) llevan el análisis aún más allá pues comparan el comportamiento tensional de 560 personas normales con 460 pacientes portadores de una coronariopatía definida o sospechada, estudiados por cineangiografía. Encuentran estos autores que ninguno de los individuos normales ni de los portadores de lesiones de 1 vaso tuvieron hipotensión durante el esfuerzo (definida como un descenso de 10 mmHg o más durante la prueba), mientras que el 11,6 % de los portadores de lesiones de 2 - 3 vasos presentaban tal comportamiento tensional. También observaron una hipotensión importante en 3 de los 23 cardiópatas no coronarios, y en un paciente con dolor precordial, pero sin enfermedad cardíaca demostrable. Llama la atención que los autores no comparan estadísticamente la severidad lesional de este grupo con el resto de su población; en los parámetros que sí fueron comparados (anormalidades del ST con el ejercicio, extrasístoles ventriculares, infartos previos, disquinesias en el ventriculograma o nivel de presiones de fin de diástole del ventrículo izquierdo), no observaron diferencias significativas. Tampoco refieren consecuencia clínicas significativas de la hipotensión durante o después de la prueba; sin embargo, Irving y Bruce (30) comunicaron 6 casos de fibrilación ventricular, todos exitosamente tratados, calificados como secundarios a "hipotensión", a pesar de que en sólo dos de los 6 pacientes se comprobó un verdadero descenso de la PAS.

Nuestro criterio para reunir los 14 casos de hipotensión de este trapajo ha sido el de Morris y col., vale decir, que hemos to-

mado en cuenta los descensos sostenidos de 10 mmHg o más, excluyendo las caídas transitorias muy iniciales, atribuibles a la desaparición del estado de ansiedad de algunos pacientes al comenzar la prueba. El total de los enfermos de este grupo representó, por lo tanto, el 9 % de nuestra población entera, muy similar, por cierto, al 7,9 % de los autores citados (29). De los 14 enfermos, 2 presentaron descensos transitorios, y 7 no cumplieron con el criterio de Thomson y Kelemen, pues sus presiones no descendieron debajo del nivel basal; en 5 la prueba fue negativa, en 3 positiva por ST, y 6 solamente presentaron angina por el esfuerzo.

En cuanto a la severidad angiográfica, también en nuestra serie 10 de los 85 enfermos con lesiones múltiples presentaron hipotensión (11,7 %); sin embargo, la inclusión de 2 pacientes sin vasos afectados y de 2 con un vaso impide llegar a diferencias estadísticamente significativas con el resto de la población; tampoco se comprobaron diferencias significativas en relación al estado de la dinámica ventricular o de la fracción de eyección. Señalamos que en este grupo de pacientes está incluida una sola de las 10 lesiones de tronco encontradas en la población total, y que el paciente que presentó el descenso más pronunciado (79 mmHg) tenía un ventrículo normal, mientras que el paciente 14, con un descenso de 50 mmHg, tenía un PEG negativa, coronarias sanas, ventrículo normal y una FE de 0,65; además, ninguno de nuestros pacientes presentó signos clínicos de deterioro hemodinámico significativo, mientras que los 6 pacientes comunicados por Bruce (30) ofrecieron signos y síntomas alarmantes antes de su paro cardíaco. Por otra parte, también otros autores (31) han comunicado resultados similares a los nuestros; la comparación de 25 pacientes con hipotensión con 50 controles, no mostró diferencias significativas en la incidencia de lesiones de 2 y 3 vasos, disfunción ventricular, presiones de fin de diástole del ventrículo izquierdo e índice cardíaco entre los dos grupos.

Creemos, por lo tanto, que en la regulación de la presión arterial durante el esfuerzo, deben intervenir en mayor o menor grado de importancia, según los casos, factores neurógenos y/o periféricos que impiden la comparación no calificada de los descensos tensionales. En parte, nuestras discrepan-

cias con los hallazgos de Thomson y Kelemen (28) y de Morris y col. (29) podrían ser explicadas por las diferencias entre el ejercicio de pie (treadmill) y el sentado (bicicleta ergométrica) ya que los mismos autores citados en primer término refieren que 2 de sus pacientes que desarrollaron angina durante el catetetismo, y 2 que lo hicieron mediante marcapaseo auricular, no tuvieron descenso tensional, a pesar de haberlo presentado durante la PEG, justificando este hecho por las diferencias hemodinámicas inherentes al decúbito supino.

De cualquier manera, coincidimos con los autores mencionados, en el sentido de que para considerar significativo un descenso tensional, el mismo debe ser sostenido, inferior a los valores basales, asociado a pruebas positivas por ST y sobre todo por angina, provocado por un ejercicio no agotador, no asociado a arritmias, bradicardia o administración de drogas hipotensoras, y producido en pacientes en los cuales se ha excluido la presencia de miocardiopatías (en especial obstructivas), valvulopatías, hipovolemias, ortostatismo e insuficiencia cardíaca.

Como conclusión final, consideramos que:

1) Los pacientes con PEG + y elevaciones tensionales iguales o menores de 40 mmHg tienen una probabilidad del 75 % de hallarse incluidos en un grupo con francas evidencias anatómicas y funcionales de mayor severidad, definidas por una mayor frecuencia de lesiones de 2 y 3 vasos, de la DA y del tronco, y de disquinesias ventriculares; una reducción relativa de la capacidad aeróbica y de la carga máxima alcanzada, y una tendencia al deterioro de la fracción de eyección en reposo.

2) La hipotensión durante el esfuerzo debe ser adecuadamente calificada antes de atribuirle, a priori, un significado ominoso.

THE BEHAVIOUR OF THE ARTERIAL BLOOD PRESSURE DURING MAXIMAL STRESS-TESTING AS AN INDEX OF THE SEVERITY OF ISCHEMIC HEART DISEASE

In order to evaluate the changes of the arterial blood pressure during the maximal stress-test as a predictor of the severity of coronary heart disease, 155 patients underwent both bicycle stress-testing and coronary cine-angiography; the procedures were performed and evaluated accordingly to the current methods and criteria used in our laboratory; subjects with valvular heart disease, cardiomyopathy or serious arrhythmias during the test were excluded.

The analysis of our findings indicates that although the basal systolic pressure was slightly higher in the subjects with multivessel disease, and the exercise-induced increase was lower, the differences with the control group were not significant. Instead by dividing our population in a Group A (n: 66), characterized by a positive stress test and an increase systolic blood pressure ≥ 40 mmHg, and Group B (n: 89), including the remaining patients, we observed the following results: basal systolic and pulse pressure are slightly superior in Group A ($P < 0,01$), as well as the pressure-rate product ($P < 0,02$); on the contrary, increments of systolic, diastolic and pulse pressures, as well as of the pressure-rate product, were clearly lower, with very significant differences between Group A and B ($P < 0,001$) (there was no statistically significant difference in age between the two groups). As to the severity of the ischemic heart disease, our findings indicate a mean of 2,38 significantly stenosed arteries in Group A, against 1,28 in Group B ($P < 0,001$); the proportion of multivessel disease and of left anterior descendant artery stenosis was higher in Group A (both $P < 0,001$), and 9 out of a total of 10 significant left main artery stenosis belonged to this group. The maximal work load reached a mean of 445 ± 178 kgm in group A, against 627 ± 189 kgm in Group B ($P < 0,001$); 81,8 % of the patients in Group A and 67,4% in Group B had left ventricular dyskinesia ($P < 0,05$), while the ejection fraction was diminished in 47,5 % of subjects in Group A and 34,4 % in Group B.

Sensibility of the proposed criterium for the identification of multivessel disease was found to be 60 %, with a specificity of 78% and a predictive value of 77 %. On the contrary, 14 patients who developed a decrease in systolic pressure during the stress-test of 10 mmHg or more did not show significant differences in the above mentioned parameters, as compared against the remaining population

We conclude that 1) Patients with a positive stress-test and an increase in systolic blood pressure ≥ 40 mmHg, have a 77 % probability to belong to a group of higher anatomic and functional severity; 2) Hypotension during the stress-test must be adequately qualified before being accepted as an absolute severe prognostic sign.

BIBLIOGRAFIA

1. Mindlin de Aptekar, F. R.; Canosa, M. A.; Arenoso, H.; Otero y Garzón, C. A. y Aptekar, M.: Correlación clínica, electrocardiográfica y ergométrica en 2.000 pacientes. Rev. Arg. Cardiol., 45: 379, 1977.
2. Aptekar, M.; Grinfeld de Roncoroni, L.; Otero y Garzón, C. A. y Mindlin de Aptekar, F. R.: Estudio de los factores determinantes de las respuestas ergométricas positivas en los hipertensos basales. Rev. Arg. Cardiol., 46: 91, 1978.
3. Albro, P. C.; Gould, L. K.; Westcott, R. J.; Hamilton, G. W.; Ritchie, J. L. y Williams, D. L.:

- Non-invasive assessment of coronary stenoses by myocardial imaging during pharmacologic coronary dilatation. *Am. J. Cardiol.*, 42: 751, 1978.
4. Sheffield, L. T.; Reeves, T. J.; Blackburn, H.; Ellestad, M. H.; Froelicher, V. F.; Roitman, D. y Kansal, S.: The exercise test in perspective (Editorial). *Circulation*, 55: 681, 1977.
 5. Morris, S. N. y McHenry, P. L.: Role of exercise stress testing in healthy subjects and patients with coronary heart disease. *Am. J. Cardiol.*, 42: 659, 1978.
 6. Epstein, S. E.: Values and limitations of the electrocardiographic response to exercise in the evaluation of patients with coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.*, 42: 667, 1978.
 7. Chaitman, B. R.; Bourassa, M. G.; Wagniar, P.; Corbara, F. y Fergusson, R. J.: Improved efficiency of treadmill exercise testing using a multiple lead ECG system and basic hemodynamic exercise response. *Circulation*, 57: 71, 1978.
 8. Berman, J. L.; Winne, J. y Cohn, P.: A multivariate approach for interpreting treadmill exercise tests in coronary artery disease. *Circulation*, 58: 505, 1978.
 9. Ellestad, M. H.; Allen, W. H. y Stuart, R. J.: Diagnostic and prognostic information derived from exercise testing. En: *Exercise and the heart*, Wenger N. K. ed., *Cardiovascular Clinics* 9/3, F. A. Davis Co., Philadelphia, 1978, p. 49.
 10. Naughton, J. P. y Haider, R.: Methods of exercise testing (in *Exercise testing and exercise training*), en "Coronary Heart Disease", ed., Naughton J. P. y Hellerstein H. K., cap. 6. Academic Press, New York, 1973.
 11. Fox, S. M. III; Naughton, J. P. y Haskell W. L.: Physical activity and the prevention of coronary heart disease. *Ann. Clin. Res.*, 3: 404, 1971.
 12. Bruce, R. A.; Gey, G. O. (jr); Cooper, M. N.; Fisher, L. D. y Petersen, D. R.: Seattle heart watch. Initial clinical, circulatory and electrocardiographic responses to maximal exercise. *Am. J. Cardiol.*, 33: 459, 1974.
 13. Ellestad, M. H.: *Stress testing. Principles and practice*. F. A. Davis Co., Philadelphia, 1975, p. 264.
 14. Wolthuis, R. A.; Froelicher, V. F. (jr); Fisher, J. y Triebwasser, J. H.: The responses of healthy men to treadmill exercise. *Circulation*, 55: 153, 1977.
 15. Bruce, R. A.; DeRouen, T.; Peterson, D. R.; Irving, J. B.; Chinn, N.; Blake, B. y Hofer, V.: Non-invasive predictors of sudden cardiac death in men with coronary heart disease. Predictive value of maximal stress-testing. *Am. J. Cardiol.*, 39: 833, 1977.
 16. Sheffield, L. T. y Roitman, D.: Systolic blood pressure, heart rate and treadmill work at anginal threshold. *Chest*, 63: 327, 1973.
 17. Cohn, K.; Kamm, B.; Feteih, N.; Brand, R. y Goldschlager, N.: Use of readmill score to quantify ischemic response and predict extent of coronary disease. *Circulation*, 59: 286, 1979.
 18. Ellestad, M. H.; Savitz, S.; Bergdall, D. y Teske, J.: The false positive stress test. *Am. J. Cardiol.*, 40: 681, 1977.
 19. Selzer, A.; Cohn, K. y Goldschlager, N.: On the interpretation of the exercise test. *Circulation*, 58: 193, 1978.
 20. Irving, J. B.; Bruce, R. A. y DeRouen, T. A.: Variations in and significance of systolic pressure during maximal exercise (treadmill) testing. Relation to severity of coronary artery disease and cardiac mortality. *Am. J. Cardiol.*, 39: 841, 1977.
 21. Lichtlen, P.: The hemodynamics of clinical ischemic heart disease. *Ann. Clin. Res.*, 3: 333, 1971.
 22. Bruce, R. A.; Fisher, L. D.; Cooper, N. N. y Gey, G. O.: Separation of effects of cardio-vascular disease and age on ventricular function with maximal exercise. *Am. J. Cardiol.*, 34: 757, 1974.
 23. Bruce, R. A.: Methods of exercise testing: step test, bicycle, treadmill, isometrics. En: *Exercise in cardiovascular health and disease*, Amsterdam E. A., Wilmore J. H. y DeMaria A. N. ed., Yorke Medical Books, New York, 1977, p. 149.
 24. Hammermeister, K. E.; DeRouen, T. A. y Dodge, H. T.: Variables predictive of survival in patients with coronary disease. *Circulation*, 59: 421, 1979.
 25. Sheps, D. S.; Ernst, J. C.; Briere, F. W. y Myerburg, R. J.: Exercise induced diastolic pressure increase: an indicator of severe coronary artery disease (abstr). *Circulation*, 58, suppl, II: 141, 1978.
 26. Schurman, J. A.; Frías, R. H.; Chiozza, M.; Lerman, J.; Scattini, M.; Boskis, B.; Rossi, S. y Perosio, A. M.: Estudio del comportamiento de la tensión arterial en 2.000 pacientes que realizaron una prueba ergométrica graduada (res). *Rev. Arg. Cardiol.*, 44: 475, 1976.
 27. Bruce, R. A.; Cobb, L. A.; Katsura, S.; Morledge, J. H.; Andrus, W. W. y Fuller, T. J.: Exertional hypotension in cardiac patients. *Circulation*, 19: 543, 1959.
 28. Thomson, P. D. y Kelemen, M. H.: Hypotension accompanying the onset of exertional angina. *Circulation*, 52: 28, 1975.
 29. Morris, S. N.; Phillips, J. F.; Jordan, J. W. y McHenry, P. L.: Incidence and significance of decreases in systolic blood pressure during graded treadmill exercise testing. *Am. J. Cardiol.*, 41: 221, 1978.
 30. Irving, J. B. y Bruce, R. A.: Exertional hypotension and post-exertional ventricular fibrillation in stress testing. *Am. J. Cardiol.*, 39: 849, 1977.
 31. Baker, T.T.; Levites, R. y Anderson, G. J.: The of hypotension during treadmill exercise testing (abstr). *Circulation*, 54, suppl. II: 11, 1976.