

# Comportamiento de la presión arterial diastólica durante la prueba ergométrica en sujetos normales y en pacientes con cardiopatía isquémica

NORBERTO R. BRANDO

Dirección para separatas: Sanatorio Santa María, 25 de Mayo 125, (9120) Puerto Madryn, Provincia de Chubut, Argentina.

*Con el fin de evaluar el comportamiento de la presión arterial diastólica (PAD) durante la prueba ergométrica (PE) en paciente normales —Grupo 1— y en pacientes con cardiopatía isquémica —Grupo 2—, fueron estudiados retrospectivamente 512 PE efectuadas entre los años 1977 y 1980, excluyéndose 160 (por hipertensión arterial, arritmias, bloqueo completo de rama izquierda, Wolff-Parkinson-White, etc.). La población en estudio presenta la característica de formar una “comunidad pequeña, cerrada”, lo que posibilitó un seguimiento longitudinal con escasas pérdidas de casos. Los pacientes del Grupo 1 tuvieron una elevación de la PAD media de 4,97 mmHg (DS ± 10,99; n = 300). Los pacientes del Grupo 2 tuvieron una elevación de la PAD media de 20,77 mmHg (DS ± 10,99; n = 52). De la comparación de ambos grupos se obtuvo una diferencia altamente significativa (P < 0,001). Se concluye que una elevación de la PAD mayor de 15 mmHg con respecto al valor basal se considera “respuesta anormal” al ejercicio, siendo útil su aplicación frente a pruebas dudosas y/o falsas positivas, lo que mejora la especificidad de la PE.*

Con el fin de evaluar el comportamiento de la presión arterial diastólica (PAD) durante la prueba ergométrica (PE) en sujetos normales y en pacientes con cardiopatía isquémica, fueron estudiadas retrospectivamente 512 PE efectuadas entre los años 1977 y 1980.

Se excluyeron 160 por diversos motivos: hipertensión arterial 7%, arritmias 3,9%, insuficientes negativas 9,3%, dudosas 3,1%, etc.

La población en estudio, integrada por 352 pacientes, fue dividida en dos grupos: Grupo 1, de sujetos normales, y Grupo 2, pacientes con cardiopatía isquémica. Ambos eran parte de una “comunidad pequeña y cerrada”, lo que posibilitó un seguimiento longitudinal con escasas pérdidas de casos.

El Grupo 1 fue un grupo heterogéneo integrado

por 300 pacientes, 218 hombres y 82 mujeres, en los cuales no se detectaron signos de cardiopatía. Estos pacientes tuvieron una elevación de la PAD media de 4,97 mmHg (DS ± 10,90; n = 300).

El Grupo 2, constituido por 52 pacientes con cardiopatía isquémica (43 hombres y 9 mujeres) incluidos teniendo en cuenta estrictos criterios de diagnóstico. Estos pacientes tuvieron una elevación de la PAD media de 20,77 mmHg (DS ± 10,90; n = 52).

La diferencia entre ambos grupos fue altamente significativa (P < 0,001), de modo que la variación de la PAD es un complemento útil para la evaluación de la PE.

Se considera “respuesta anormal al ejercicio” un aumento mayor de 15 mmHg con respecto al valor basal, si bien no es el objeto de este trabajo establecer diagnóstico de cardiopatía isquémica con el solo hallazgo de este signo.

La correcta evaluación de la PAD frente a pruebas dudosas y/o falsas positivas (mujeres menopáusicas, prolapso mitral, distonía neurovegetativa, etcétera) nos permite aumentar la especificidad de la PE.

## MATERIAL Y METODO

Este capítulo se subdivide en cuatro aspectos fundamentales:

- Población estudiada.
- Selección de casos.
- Metodología empleada.
- Análisis estadístico.

a) Trabajamos con una “población pequeña cerrada”, que permitió efectuar un seguimiento longitudinal con escasas pérdidas de pacientes (4% del total).

Los pacientes que concurrieron a la consulta forman un grupo heterogéneo con edades comprendidas entre los 14 y 72 años y una media de 47,23 ± 12,31 años, algunos de ellos buceadores

deportivos y profesionales y otros con vida sedentaria, con toda una gama intermedia de actividades, lo cual contribuye a aportar datos estadísticos medios valederos.

b) En nuestro análisis incluimos 512 ergometrías efectuadas entre los años 1977 y 1980 (Tabla 1), quedando el grupo en estudio reducido a 352 pacientes luego que se excluyeron 160 casos por los siguientes motivos (Tabla 2):

1) Hipertensión arterial basal, tomando como cifra máxima normal 160/100 mmHg con el paciente sentado en la bicicleta antes de comenzar el esfuerzo (7% del total).

2) Pruebas insuficientes, entendiéndose por tales aquellas que no llegaron al 85% de la frecuencia cardíaca máxima teórica según tablas de Robinson y no fueron positivas (9,3% del total).

3) Pruebas dudosas. Son aquellas en las que se observaron trastornos inespecíficos de la repolarización ventricular: rectificación del segmento ST; seudonormalización del segmento ST; negatividad de onda T; cambios del ST y T durante el esfuerzo, que también se presentaron con la hiperventilación, como ocurre en neurodistónicos, etc. (3,1% del total).

4) Pruebas positivas, es decir supra o infrades-

nivel del segmento ST mayor de 2 mm tomado a 0,08" del punto J, que se perdieron del seguimiento (4,1% del total).

Esta selección dejó incluidos en la población estudiada 352 pacientes, que serán analizados en la sección Resultados.

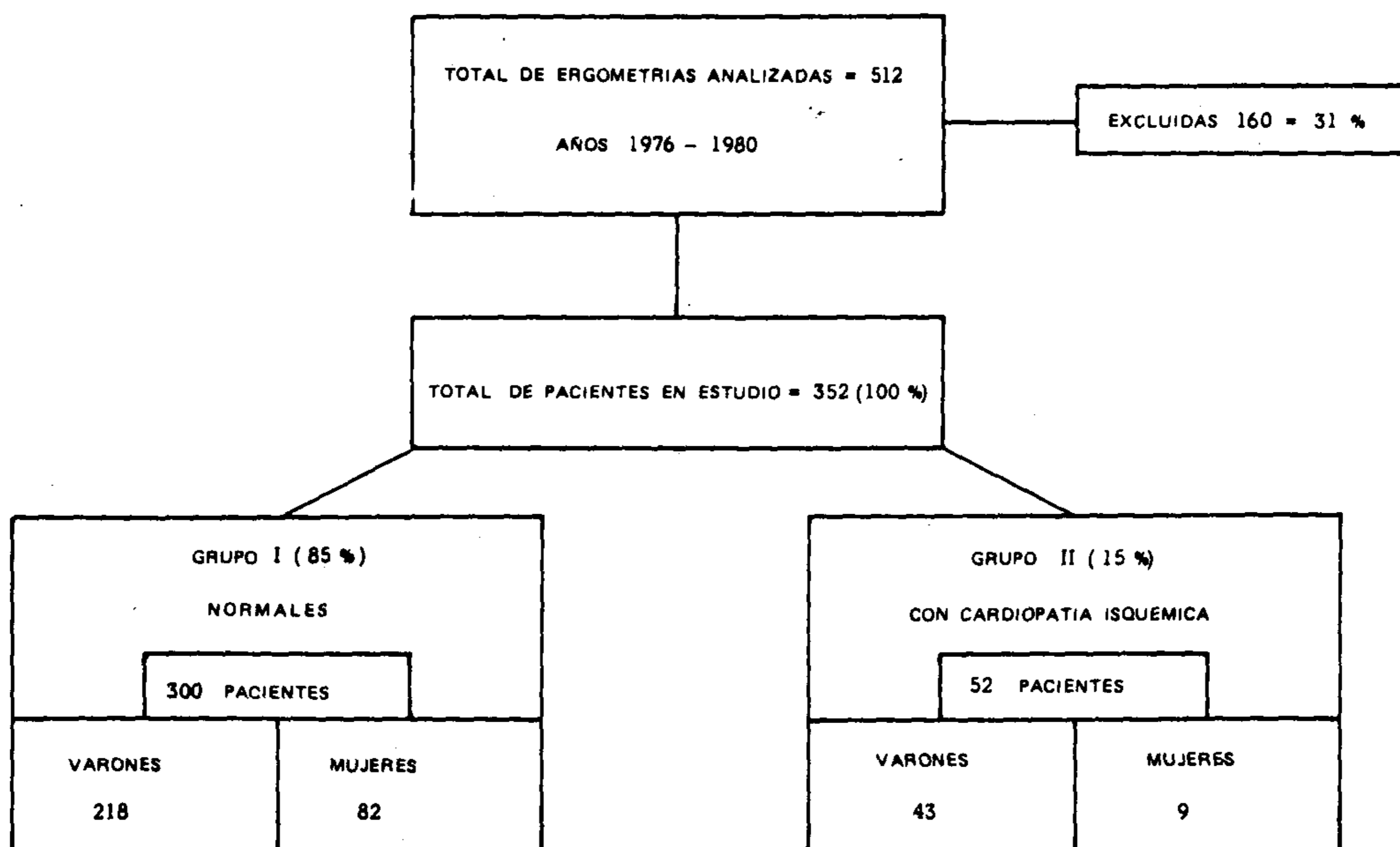
c) Para realizar las pruebas de esfuerzo se utilizó un cicloergómetro de frenado mecánico marca Zuccolo. Los trazados electrocardiográficos se registraron con un electrocardiógrafo marca Hewlett Packard 1500 A. Se efectuó además monitoreo continuo con osciloscopio Medelec c.s. 5000.

Se utilizó un perfil de trabajo tipo escaleriforme continuo<sup>1</sup> tratando de alcanzar la capacidad funcional máxima. En casi todos los casos esto ocurrió con frecuencias cardíacas (FC) que oscilaron entre el 85% y el 100% de las máximas previstas por la tabla de Robinson (FC media  $152,78 \pm 19,09$ ). Fueron registradas las 12 derivaciones habituales, con la variante del sistema bipolar para las precordiales.<sup>2</sup>

La presión arterial fue medida con un esfigmomanómetro de mercurio fijado a la bicicleta y el manguito aplicado sobre el brazo derecho.

Para evitar errores en la determinación de la presión arterial provocada por la tensión muscular asociada a la flexión del antebrazo sobre el brazo

Tabla 1  
Total de PE evaluadas



Total de PE evaluadas (n=512). Sobre un costado figuran las PE excluidas (n=160). En la parte inferior se muestran los pacientes que intervinieron en el estudio (n=352), divididos en Grupo 1, considerados "normales" (n=300), formado por 218 varones y 82 mujeres y Grupo 2, pacientes con cardiopatía isquémica, divididos a su vez en 43 varones y 9 mujeres.

Tabla 2  
160 PE excluidas (n = 512)

Hipertensión arterial	36 (7 %)
Insuficientes	48 (9,3%)
BCRI	3 (0,5%)
Wolff-Parkinson-White	1 (0,2%)
Miocardopatías	4 (0,7%)
Repetidas	8 (1,5%)
Dudosas	16 (3,1%)
Con tratamiento	3 (0,5%)
Arritmias	20 (3,9%)
Pruebas positivas	21 (4,1%)
Seguimiento perdido	

Análisis de las PE excluidas (n = 160) discriminadas en base a la patología que presentaron e indicados los porcentajes que correspondieron a cada una de ellas en base a la población total considerada (n = 512).

al permanecer el paciente tomado del brazo, se le pidió que en cada determinación separara la mano del manubrio y extendiera el brazo, tomándolo el examinador con su mano izquierda a la altura del codo, para brindarle de esta forma un punto de apoyo que le confiriera seguridad para no alterar el ritmo de pedaleo y permitiera, además, una correcta ubicación del receptor del estetoscopio.

La presión arterial diastólica fue definida por la quinta etapa de Korotkoff, redondeándola al me-

dio centímetro más cercano. Se obtuvieron en todos los casos valores de presión arterial sistólica y diastólica basales con el paciente sentado en la bicicleta antes de iniciar el pedaleo, intraesfuerzo en el primero y último minutos de cada carga.

d) Los datos se procesaron mediante un programa elaborado para Ordenador Sinclair Modelo ZTX-Spectrum 48 K. Se utilizaron las pruebas de t de Student, de chi cuadrado y el análisis de varianza.

## RESULTADOS

Como fue descripto anteriormente, la población en estudio, 352 pacientes, se dividió en dos grupos (Tabla 1).

**Grupo 1:** Individuos "normales", grupo heterogéneo formado por 300 pacientes, 218 varones y 82 mujeres, en quienes no se detectaron signos de cardiopatía. Estos pacientes tuvieron una elevación de la presión arterial diastólica media de 4,97 mmHg (DS ± 10,99; n = 300). No hubo diferencias entre hombres y mujeres, como describieron otros autores.<sup>3</sup>

**Grupo 2:** Pacientes con cardiopatía isquémica. Para la inclusión en este grupo se tuvieron en cuenta estrictos criterios de diagnóstico basados en la historia clínica, ECG basal, PE positivas en su mayoría por infradesnivel del segmento ST mayor de 2 mm a 0,08" del punto J y angor<sup>+++</sup>, seguimiento del paciente hasta la fecha actual, respuesta al tratamiento, evolución y causa del fallecimiento (40% por muerte súbita). Estos pacientes tuvieron una elevación de la presión arterial diastólica media de 20,77 mmHg (DS ± 9,87; n = 52).

El porcentaje de variación de presión arterial diastólica mostró las siguientes características (Tabla 3).

La distribución porcentual de individuos de ambos grupos (Gráficos 1 y 2) muestra una distribución gaussiana (prueba de chi cuadrado no significativa). Se realizó un análisis de varianza para determinar si las diferencias encontradas entre las medias no eran debidas a la varianza de la población. Se encontró una diferencia altamente significativa al comparar la varianza entre las mismas (prueba F de Snedecor: F = 94,6; gl 1,350; p < 0,001). Por lo tanto se puede afirmar que se acepta como respuesta normal una elevación máxima de la presión arterial diastólica de 15 mmHg con respecto al valor basal.

Será considerada "respuesta anormal al ejercicio" una elevación de la presión arterial diastólica mayor de 15 mmHg con respecto al valor basal, registrado antes de comenzar el pedaleo con el paciente sentado en la bicicleta.

## DISCUSION

Diferentes investigadores han discrepado en cuanto al comportamiento de la presión arterial diastólica durante la PE. En un extremo se encuentran quie-

Tabla 3  
Porcentaje de variación de la presión arterial diastólica al valor basal

	Grupo 1	Grupo 2
Disminuyó	18,4%	—
Se mantuvo igual	21 %	5,7%
Aumentó hasta 15 mmHg	47 %	26,6%
Aumentó más de 15 mmHg	13,6%	67,7%
Total	100,0%	100,0%

Porcentaje de variación de la presión arterial diastólica con respecto al valor basal, comparando ambos grupos, separando los pacientes en forma porcentual en cuatro subgrupos: aquellos que disminuyeron la presión arterial diastólica, los que mantuvieron igual registro basal hasta el final de la prueba, los que sufrieron un aumento hasta 15 mmHg y aquellos que superaron esta cifra.

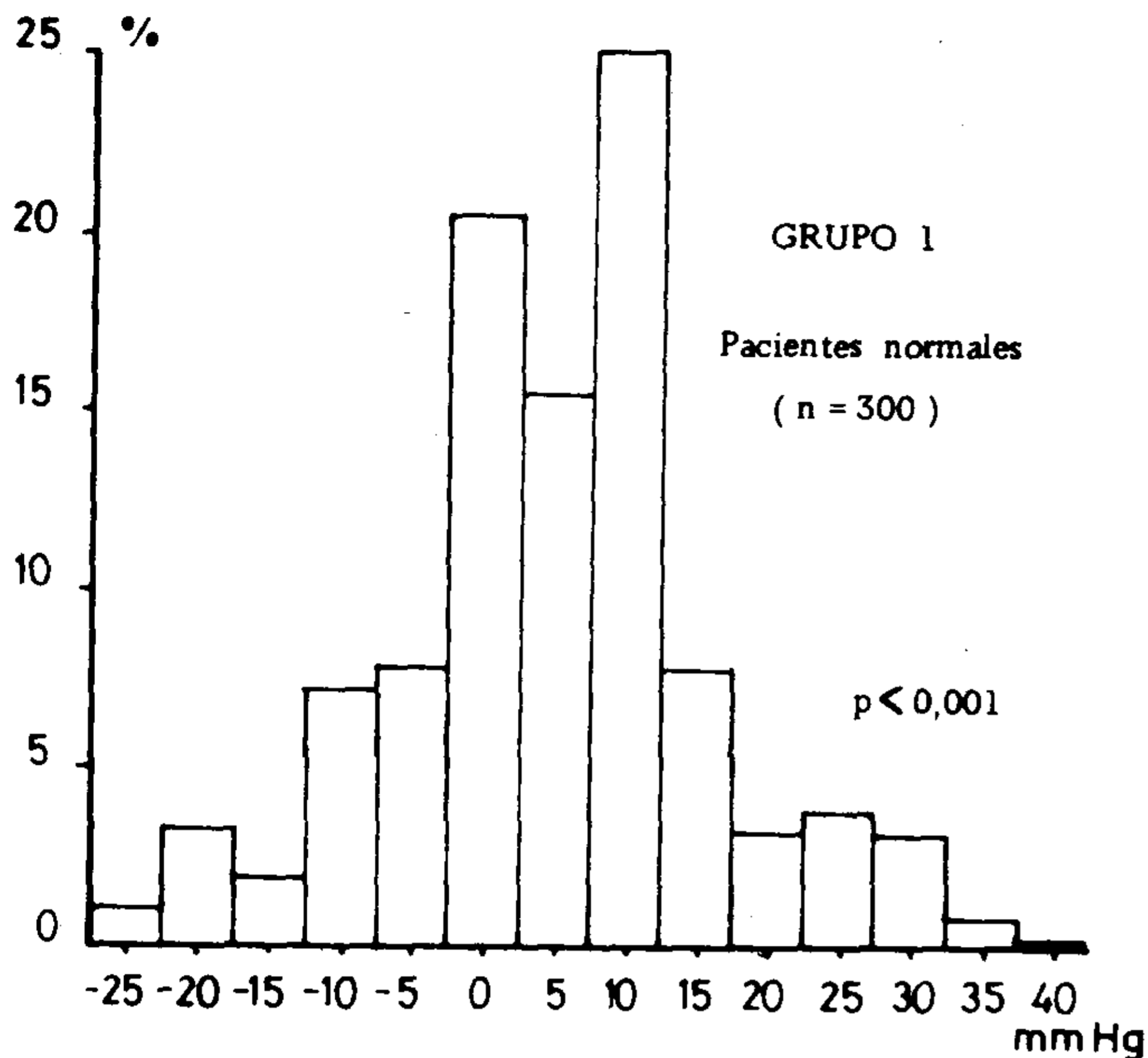


Gráfico 1. Muestra en barras el porcentaje de pacientes correspondientes al Grupo 1, discriminados según la variación de la presión arterial diastólica cada 5 mmHg, considerados desde -30 a +40 mmHg. Se observa una distribución de población típica de Gauss.

nes hacen diagnóstico de severa conoraniopatía cuando se eleva anormalmente, con cifras mayores de 15 mmHg con respecto al valor basal, como único signo patológico de la PE,<sup>4</sup> y en el otro, quienes no extraen conclusiones.

Existe una primera gran diferencia en la metodología empleada (treadmill / cicloergómetro). Quienes emplean treadmill obtienen cifras menores de presión arterial diastólica por efecto del lecho de capacitancia venoso al encontrarse el paciente en posición de pie.<sup>5</sup> Por otro lado, quienes utilizan cicloergómetro registran cifras más elevadas de presión arterial, con la ventaja de ser más precisa la información, por el escaso movimiento corporal.<sup>6-8</sup>

Pasemos entonces a comparar nuestros resultados con los de investigadores que utilizaron cicloergómetro.

“Para definir como anormal una elevación de la presión arterial diastólica en el esfuerzo, ésta tiene que superar 20 mmHg o más si el valor basal es de 100 mmHg o más, o llegar por lo menos a 120 mmHg, si el valor basal es inferior a 100 mmHg.”<sup>6</sup>

Otro grupo de investigadores, frente a hipertensos lábiles y fijos leves, establecen que “cuando la PAD aumenta más de 10 mmHg (por encima de 100 mmHg) se considera hipertensión arterial reactiva”.<sup>7</sup> Frente a individuos asintomáticos con-

sideran “presión diastólica reactiva” al aumento mayor de 10 mmHg a lo largo del ejercicio.<sup>8</sup>

Con estos datos observamos que existen diferencias en cuanto al valor que se considera máximo normal, pese a ser investigadores que utilizan igual metodología con una población similar, pacientes residentes en Buenos Aires.

Los hallazgos del presente trabajo no son coincidentes con los de estos autores; en cambio, coinciden con la comunicación de Sheps y colaboradores<sup>4</sup> pese a la diferente metodología empleada en cada caso: cicloergómetro o treadmill.

Ellestad considera que el comportamiento de la presión arterial durante la PE no ha recibido atención suficiente y no existen pautas definidas para calificarla como normal o anormal.<sup>9</sup>

Los mecanismos que intervienen en el aumento de la presión arterial diastólica durante la PE no están aclarados, pero se sabe que en gran parte obedecen a una respuesta mediada por catecolaminas a nivel arteriolar.<sup>12</sup>

El tono del músculo liso arteriolar está bajo influencias nerviosas que liberan agonistas vasoactivos a los que se suman sustancias con intensa ac-

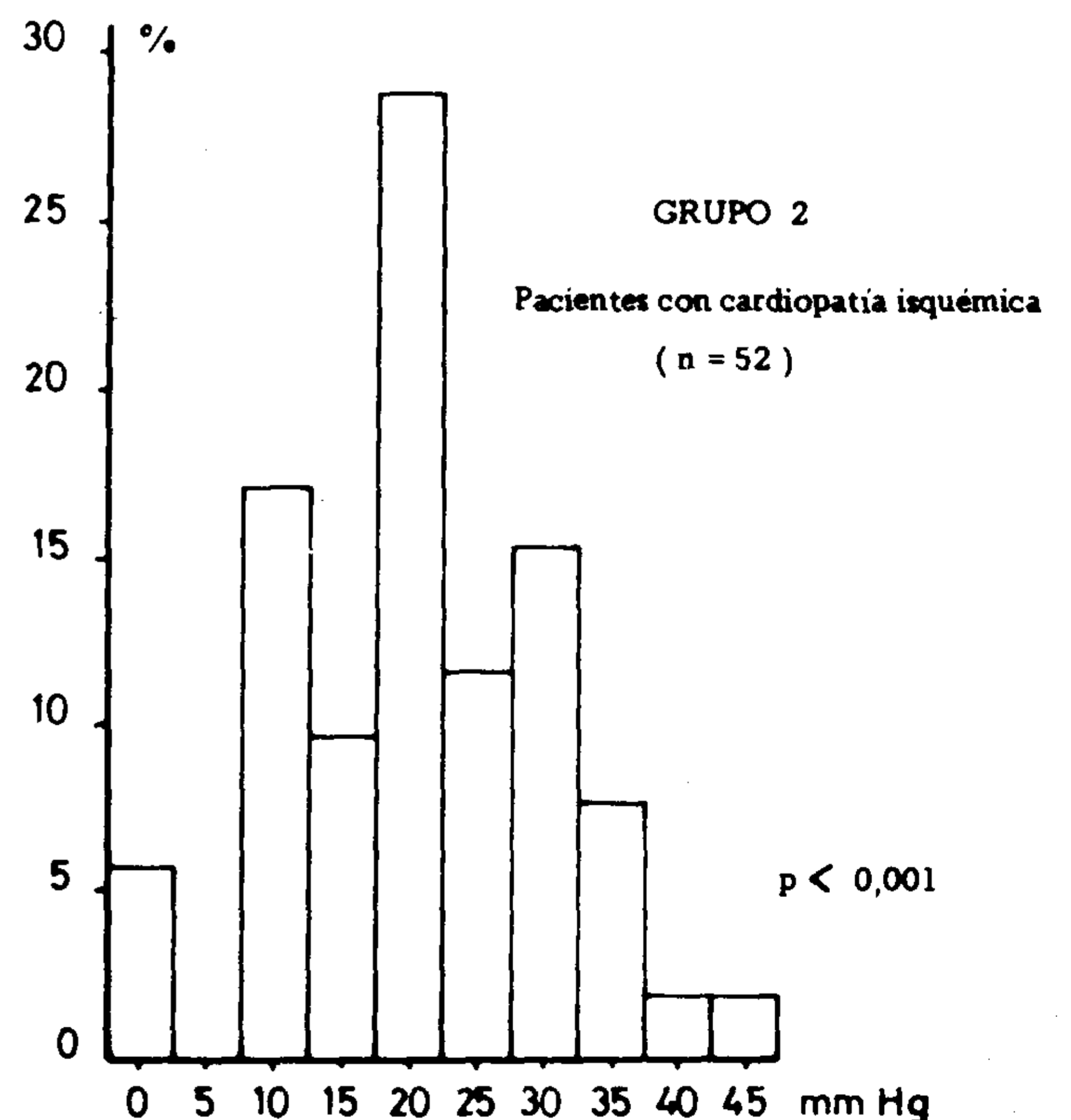


Gráfico 2. Muestra en barras el porcentaje de pacientes correspondientes al Grupo 2, discriminados según la variación de la presión arterial diastólica cada 5 mmHg, considerados desde 0 a +40 mmHg. Se observa una distribución de población típica de Gauss.

ción vascular que le aporta la sangre. Las arterias y arteriolas cuentan, además, con un sistema propio de regulación vascular producido localmente, como las prostaglandinas y los sistemas de isorreninas—angiotensina y calicreínas— kininas.<sup>12</sup> El tono del músculo vascular resulta de la compleja interacción de todos estos agonistas.

Se demostró que los pacientes con cardiopatía isquémica presentan alta resistencia periférica con bajo débito cardíaco con respecto a individuos normales, lo que explicaría el hallazgo de cifras mayores de presión arterial diastólica en el Grupo 2.<sup>10</sup>

### CONCLUSIONES

En base a los resultados expuestos concluimos que la variación de la presión arterial diastólica es un complemento útil para la evaluación de la PE. Se considera "respuesta anormal al ejercicio" un aumento mayor de 15 mmHg con respecto al valor basal, si bien no es el objeto de este trabajo establecer diagnóstico de cardiopatía isquémica con el solo hallazgo de este signo.

La correcta evaluación de la presión arterial diastólica frente a pruebas dudosas y/o falsas positivas (mujeres menopáusicas, prolapso mitral, distonía neurovegetativa, etc.) nos permite aumentar la especificidad de la PE.

### SUMMARY

*In order to compare the diastolic blood pressure response during cycloergometer stress testing, 512 patients were studied from 1977 to 1980; 160 patients were excluded due to hypertension (7%); insufficient stress testing (9.3%); doubtful interpretation (3.1%); positive stress lost during follow-up (4.1%); arrhythmias (3.9%), etc. The population was divided into two groups: Group 1 (n=300) normal subjects and Group 2 (n=52) patients with ischemic heart disease (positive stress by angina and ST segment depression, clinical exams, response to treatment, follow-up, sudden death, 40%). Patient of Group 1 had a mean increase in diastolic blood pressure of 4.97 mmHg (DS ± 10.99; n=300). Patients of Group 2 had a mean increase in diastolic blood pressure of 20.77 mmHg (DS ± 9.87;*

*n=52). The difference between both groups is statistically significant (P < 0.001). We conclude that an "exercise induced" increase in diastolic blood pressure greater than 15 mmHg is abnormal and that this index may be of value to interpret false positive results, specially in those patients with a known low specificity like mitral valve prolapse women, etc., or in test with a doubtful interpretation.*

### AGRADECIMIENTO

*Se agradece al Doctor en Ecología José Alejandro Scolaro por el trabajo estadístico realizado y el asesoramiento brindado para su desarrollo.*

### BIBLIOGRAFIA

1. Boskis B, Lerman J, Perosio A, Scattini M: Manual de Ergometría y Rehabilitación en Cardiología, p 56. Ediciones Científico Técnicas Americanas, Buenos Aires, 1974.
2. Bruno C, Pérez Mas P: Estudio ergométrico. *Rev Argent Cardiol* 42: 71, 1974.
3. Aptekar F, Aptekar M, Vázquez A, Dell Arciprete L: Respuesta cardiovascular al esfuerzo en el hombre sano. Estudio sistemático de las variables fisiológicas. *Rev Arg Cardiol* 49 (Suppl 1): 35, 1981.
4. Sheps DS, Ernst J, Briese F, Myerburg R: Exercise induced increase in diastolic pressure indicator of severe coronary artery disease. *Am J Cardiol* 43: 708, 1979.
5. Ellestad M: Stress testing. Principles and practice (2nd ed), p 124. FA Davis Compnay, Philadelphia, 1980.
6. Battle-Bertolasi: Cardiopatía isquémica (3ª ed), p 111. Intermedica, Buenos Aires, 1980.
7. Collia L, Marco E, Cetro R, Sánchez R, Modelo L: Comportamiento de la presión arterial diastólica durante la prueba de esfuerzo graduado en pacientes hipertensos lábiles y leves fijos. *Rev Arg Cardiol* 49: 247, 1981.
8. Lerman J, Chiozza M, Schurman J, Frías R, Scattini M, Boskis B, Perosio A: Respuestas anormales al esfuerzo en individuos asintomáticos. *Rev Arg Cardiol* 45: 185, 1977.
9. Ellestad MH, Allen WH, Stuart RJ: Diagnosis and prognostic information derived from exercise testing. In: Wenger NK (ed): Exercise and the heart, p 49. Cardiovascular Clinics 9/3. FA Davis Co, Philadelphia, 1978.
10. Bruce RA, Kusumi F, Niederberger M, Peterson JL: Cardiovascular mechanism of functional aerobic impairment in patients with coronary heart disease. *Circulation* 49: 696, 1974.
11. Dell'Arciprete C, Vázquez A, Grinfeld L, Mindlin de Aptekar F, Aptekar M: Las variaciones de la presión arterial durante la prueba ergométrica como índice de severidad de la cardiopatía isquémica. *Rev Arg Cardiol* 47: 251, 1979.
12. Fasciolo I: Péptidos vasoactivos: consideraciones sobre su papel en la regulación de la presión arterial y en el mecanismo de la hipertensión. *Rev Arg Cardiol* 49 (5): 215, 1981.