

Estudio de los períodos sistólicos durante el ejercicio isotónico, en enfermos con coronariopatías

Dres. P. M. CAIAFA, R. AGINSKY, D. PELLEGRINO, B. LORENZ, A. DE CABO,
N. PEREZ BALIÑO y E. OTERO

RESUMEN:

Se han estudiado las modificaciones de los períodos sistólicos en 40 enfermos con patología coronaria, sometidos a test ergométrico en cicloergómetro. Los resultados

son comparados con los hallazgos bajo técnica similar, en normales.(2) El promedio de edad fue similar en ambos grupos: coronarios = 49 años; normales = 40,3 años.

Se agrupan a los pacientes de acuerdo a la respuesta al test ergométrico: GRUPO A): test negativo; GRUPO B) ₍₁₎: test positivo por alteraciones electrocardiográficas (ST-T) más dolor y GRUPO B) ₍₂₎: test positivo por alteraciones electrocardiográficas sin dolor.

El GRUPO A) se diferencia significativamente de los normales (0,05), lo mismo que

Pabellón de Cardiología "Leonardo Alonso". Hospital Base Pedro Fiorito, Belgrano 650, Avellaneda, Pcia. Bs. As.

(*) Presentado en la Sociedad Argentina de Cardiología el 24 de octubre de 1974.

el BRUPO B) ⁽¹⁾ (0,001) en la última carga (cuando aparece el dolor). El GRUPO B) ⁽²⁾ desarrolla iguales modificaciones que los normales.

A diferencia de otros autores (4), hemos hallado que el Período de eyección se acorta en el momento en que aparece el dolor; el período de preeyección, se comporta en forma inversa.

La sistole electromecánica total (Q-Ao) no muestra modificaciones que diferencien a los distintos grupos de normales y patológicos. El período de eyección, en reposo, muestra valores normales para los grupos B) ⁽¹⁾ y ⁽²⁾, en cambio se encuentra muy acortado en los pacientes del grupo A).

El cociente sistólico de Blumberger se incrementa en los grupos B) ⁽¹⁾ y ⁽²⁾ y normales en igual intensidad, no así el grupo A), que presente escaso incremento.

La tensión arterial sistólica aumenta con igual intensidad en normales y coronarios, no así la tensión arterial diastólica, que se incrementa en los grupos B) ⁽¹⁾ y ⁽²⁾ manteniéndose en las cifras previas al esfuerzo en los normales y grupo A).

El análisis individual de los parámetros relatados, nos permite establecer una escala de afectación a la respuesta normal al test ergométrico.

Muy probablemente, esta diferencia en el comportamiento de los períodos sistólicos en los pacientes coronarios, fundamentalmente el grupo A), esté relacionada con un menor requerimiento de oxígeno a nivel miocárdico.

INTRODUCCION

En el presente trabajo, pretendemos determinar las variaciones de los períodos sistólicos, en enfermos con coronariopatías de distinto grado, sometiéndolos a test ergométricos isotónicos, y comparándolos con los hallazgos en normales, según hemos descrito en nuestro trabajo anterior (2). La finalidad, es poder establecer a través de dichos intervalos, la afectación o no del funcionalismo cardíaco ante las distintas características de la patología coronaria.

MATERIAL Y METODOS

Fueron estudiados 40 enfermos, que presentaban como antecedentes: angor estable, infarto de miocardio y/o alteraciones electrocardiográficas por coronariopatía. El promedio de edad fue de 49 años (40 a 62), y los pacientes mantenían una actividad física moderada (fueron excluidos los sedentarios y entrenados).

Metodología del test ergométrico:

Los estudios fueron realizados entre las 9 y 12 hs., sin comidas copiosas previas ni medicación, utilizando el Cicloergómetro electromecánico Tecno Medical. Se comenzó el test ergométrico (graduado y continuo), con pedaleo libre, pasando a una primer carga de 300 Kgm, e incrementando 150 Kgm por etapa, considerando a ésta concluida al alcanzar la fase estable (diferencia no mayor de 3-4 latidos x'; sin variaciones de la tensión arterial). Se registraron derivaciones bipolares, investigando cara anterior, anterolateral y diafragmática.

Los criterios empleados para interrumpir la prueba fueron: alcanzar un mínimo del 85 % de la frecuencia cardíaca teórica según tabla de Robinson; desnivel del ST de más de 2 mm; dolor típico persistente y arritmias. Se excluyeron aquellos casos en que aparecieron trastornos de conducción, a fin de no alterar la medición de los intervalos sistólicos.

Metodología del estudio fonomecanocardiográfico:

Se realizaron registros simultáneos de electrocardiograma (la misma derivación utilizada en el test ergométrico), ruidos cardíacos a 100 cps, colocando micrófono de contacto Hewlett Packard fijado con banda elástica en el 4º ó 5º EI, entre la línea hemiclavicular izquierda y borde esternal izquierdo; carotideograma con un amplificador de pulso y fono FCG - 300 original Medelec. La campana captora de pulso fue sostenida con la mano en la posición habitual durante toda la prueba, a fin de lograr un registro permanente, sin artefactos. La inscripción se realizó a una velocidad de papel de 100 mm/seg, en un aparato Poly Beam Sanborn-569-A.

Medición de los períodos sistólicos:

Se determinaron el Período de Eyección (PE), sistole electromecánica total (Q-Ao), período de Pre Eyección (PPE) y Cociente Sistólico de Blumberger (CS), y se calculó el desvío del PE y QAO, del valor teórico normal, de acuerdo a nuestras ecuaciones de corrección a la frecuencia cardíaca "en posición de sentados": $PE = y = 387,99 + (-1,58) \cdot X$. El PPE y el CS son valorados a través de las di-

ferencias en valores absolutos, con respecto al control previo (2).

La tensión arterial (TA) se obtuvo por esfigmomanometría, determinándose la TA sistólica diastólica y media, calculándose el desvío absoluto con respecto a los valores basales.

RESULTADOS

Sístole electromecánica total: (QAO):

muestra modificaciones dentro de los límites teóricos normales, no permitiendo ninguna diferenciación entre sujeto patológicos y normales, ni aún individualmente.

Período de eyección (PE):

con los valores medios del conjunto de enfermos coronarios, construimos una curva de alargamiento de dicho período, con caída en la última carga (Fig. 1, Tabla I). La curva es similar a la de los sujetos normales (25 casos) (2), pero con valores más bajos, con diferencia escasamente significativa (< 0.05) en las cargas medias y gran dispersión de datos en las últimas. Esta dispersión de los valores del PE en las últimas cargas, se explica porque algunos enfermos mantienen el alargamiento, otros se estabilizan o se acortan. Esta diferencia de comportamiento del PE, nos lleva a subagrupar a los enfermos de acuerdo a las características del test ergométrico.

GRUPO A) Pacientes con Test Ergométrico negativo (16 casos).

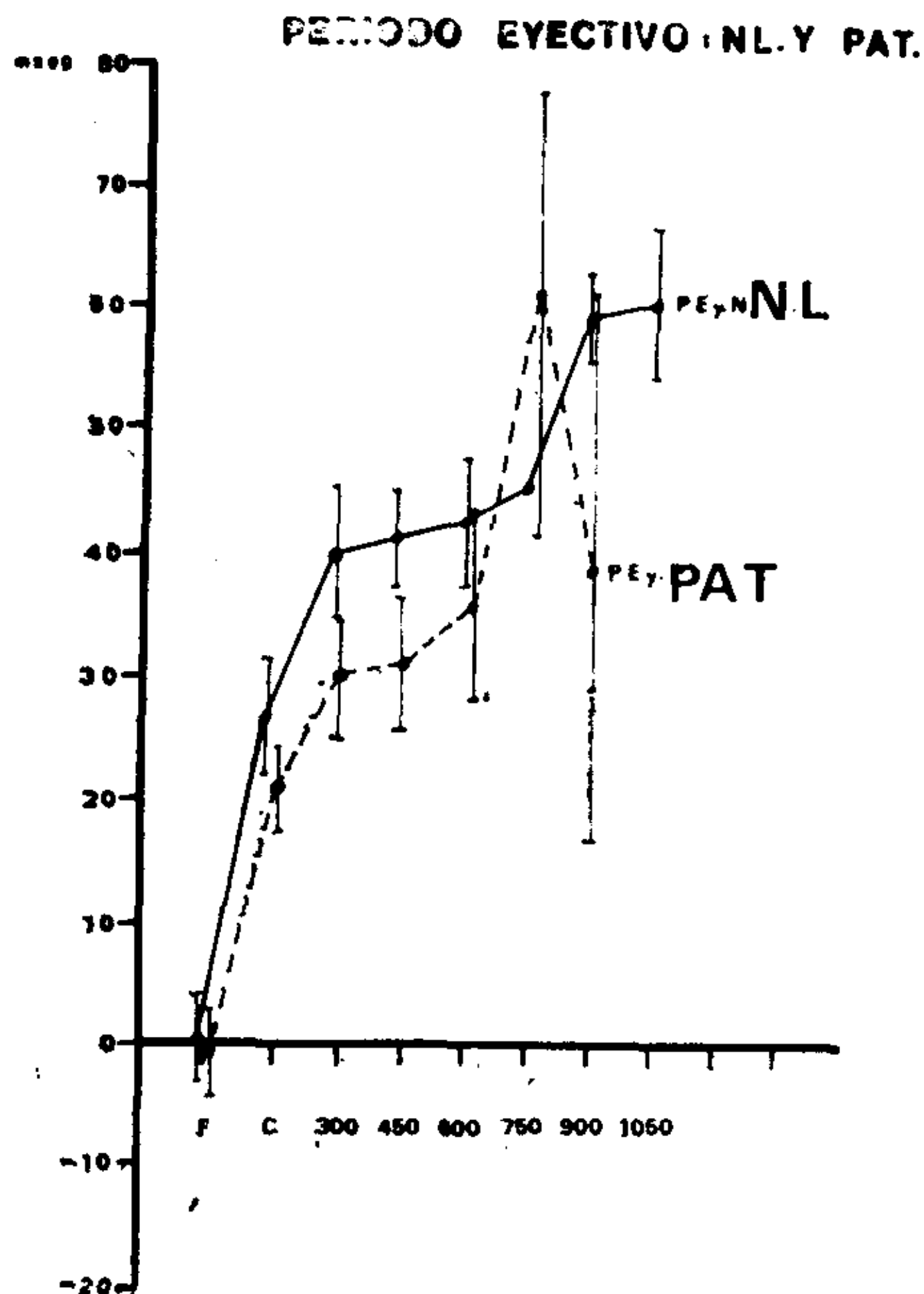


Figura Nº 1

GRUPO B) Pacientes con Test Ergométrico positivo (19 casos).

Observamos que la curva de alargamiento del PE del grupo A) se diferencia significativamente de los normales en las últimas cargas ($< 0,05 > 0,01$); la curva de los pacientes del grupo B), ocupan una posición intermedia, no hallando una diferenciación estadísticamente significativa, y con importante dispersión de datos en las últimas cargas. (Fig. 2, Tabla II).

TABLA I

	Previo	Calent.	300 Kgm	450 Kgm	600 Kgm	750 Kgm	900 Kgm	1.050 Kgm
Normales								
X =	0	26,3	39,8	41	42	45	58	60
EX =	3,3	4	4	4	34,9	61,7	3	6
Patológi.								
X =	2,1	19,7	29,6	30,5			38	
EX =	0,3	3,3	5	5,4	7,5	18,6	22	
"t" =	0,54	1,81	1,71	2,19	1,31	-1,62	2,32	
P =	< 0,6	< 0,1	< 0,1	< 0,05	< 0,2	< 0,2		
		< 0,05	> 0,05	> 0,02	> 0,1	> 0,1	> 0,02	

TABLA II

SIGNIFICACION DE LA DIFERENCIA DE LAS MEDIAS

Normales * Grupo B) = no significativo.						
Grupo A) / Grupo B) = escasamente significativo.						
Grupo A) / Grupo B) con Angor = escasamente significativo.						
Grupo A) / Grupo B) sin Angor.						
	Previo	Calent.	300 Kgm	450 Kgm	600 Kgm	750 Kgm 900 Kgm
"t" =	- 2,78	- 1,98	- 4,3	- 1,3	0,64	- 2,62
"t" =	< 0,02	< 0,1	< 0,001	< 0,2	< 0,5	< 0,05
	> 0,01	> 0,05				> 0,02
Normales / Grupo B) con Angor						
"t" =	1,01	0,63	1,32	0,75	4,10	
P =	< 0,3	< 0,6	< 0,2	< 0,5	< 0,001	
Normales / Grupo B) sin Angor = no diferencia.						
Normales / Grupo A)						
P =	0,4	1,85	2,53	2,38	1,29	0,55 2,33
< 0,7	P =	< 0,1	< 0,02	< 0,05	< 0,2	< 0,6 < 0,05
		> 0,05	> 0,01	> 0,02		

Por esta razón, subagrupamos a los enfermos del grupo B) en:

- GRUPO B) con angor (13 pacientes) y
- GRUPO B) sin angor (6 pacientes).

Advertimos que los enfermos del Grupo B) sin angor, confunden su curva de alargamiento del PE con la de los normales; en cambio, los pacientes del Grupo B) con angor, se diferencian significativamente de los normales en la última carga (P = < 0,001). Con la aparición del dolor, el PE interrumpe su alargamiento, comenzando a acortarse.

Resumiendo: el Test Ergométrico provoca los siguientes tipos de alargamiento del PE:

- I) Respuesta normal { Normales
Test ergométricos positivos, por alteraciones electrocardiográficas **sin** angor.
- II) Respuesta anormal { por: Test positivos **con** angor (parten de cifras normales, y se acortan en la última carga).
- III) Respuesta anormal { parten de valores de PE muy bajos, y se alargan escasamente.
TEST ERGOMETRICOS NEGATIVOS.

Período de pre-eyección (PPE):

dicho período se acorta a través de todas las cargas del test ergométrico, no hallando diferencia significativa entre los grupos de pacientes coronarios (A, B) con y sin dolor), y el grupo de normales, aunque los primeros tienden a acortar más intensamente el PPE y los del grupo B) con angor, alargan claramente dicho período desde el momento en que aparece el dolor (Fig. 4).

Cociente sistólico de Blumberger (PE/PPE):

Dicho cociente se incrementa normalmente durante el ejercicio isotónico, y

presenta valedera correlación con la frecuencia cardíaca, según demostramos anteriormente (2).

Los pacientes del grupo B) con y sin angor, confunden sus curvas de incremento del CS con las de los normales; los del grupo A), muestran un menor incremento del CS, con caída del mismo en las últimas cargas, diferenciándose claramente del grupo normal (Fig. 5).

Tensión arterial:

La tensión arterial sistólica y diastólica, se incrementa mucho más en los pacientes con coronariopatías que en los normales. No existe diferencia significativa entre normales y patológicos con respecto a la TAS, pero sí con la TAD (los normales, prácticamente no la modifican); los pacientes del grupo A) tienen un comportamiento de la tensión arterial similar a los normales, salvo en la última carga, en que la TAD se incrementa algo.

Análisis individual de los períodos sistólicos:

Hasta aquí hemos analizado el conjunto de los datos de los pacientes con coronariopatías, lo que nos ha permitido

conocer y establecer la diferencia de comportamiento de los períodos sistólicos y la tensión arterial, teniendo como base la clasificación del test ergométrico. Si procedemos al análisis individual de los parámetros relatados, veremos que existe una "escala" de afectación de la respuesta normal al test ergométrico por cicloergómetro. En las figuras 6, 7, 8 y 9, se aprecian las modificaciones del PE, PPE y CS, en un sujeto normal y en pacientes coronarios, en relación con la frecuencia cardíaca alcanzada. En línea llena los valores del PE en la posición de sentado en normales; siguiendo la progresión de las figuras, el PE se incrementa cada vez menos, igual que el CS, que tiende a caer más en las últimas cargas, mientras que el PPE se acorta cada vez menos, alargándose en las últimas cargas; la figura 9, es un caso extremo, donde el PE prácticamente no se modifica, y el CS se acorta junto con el alargamiento del PPE desde la primer carga.

DISCUSION

Es importante señalar la necesidad de unificar la técnica del estudio ergométrico isotónico, pues no es posible com-

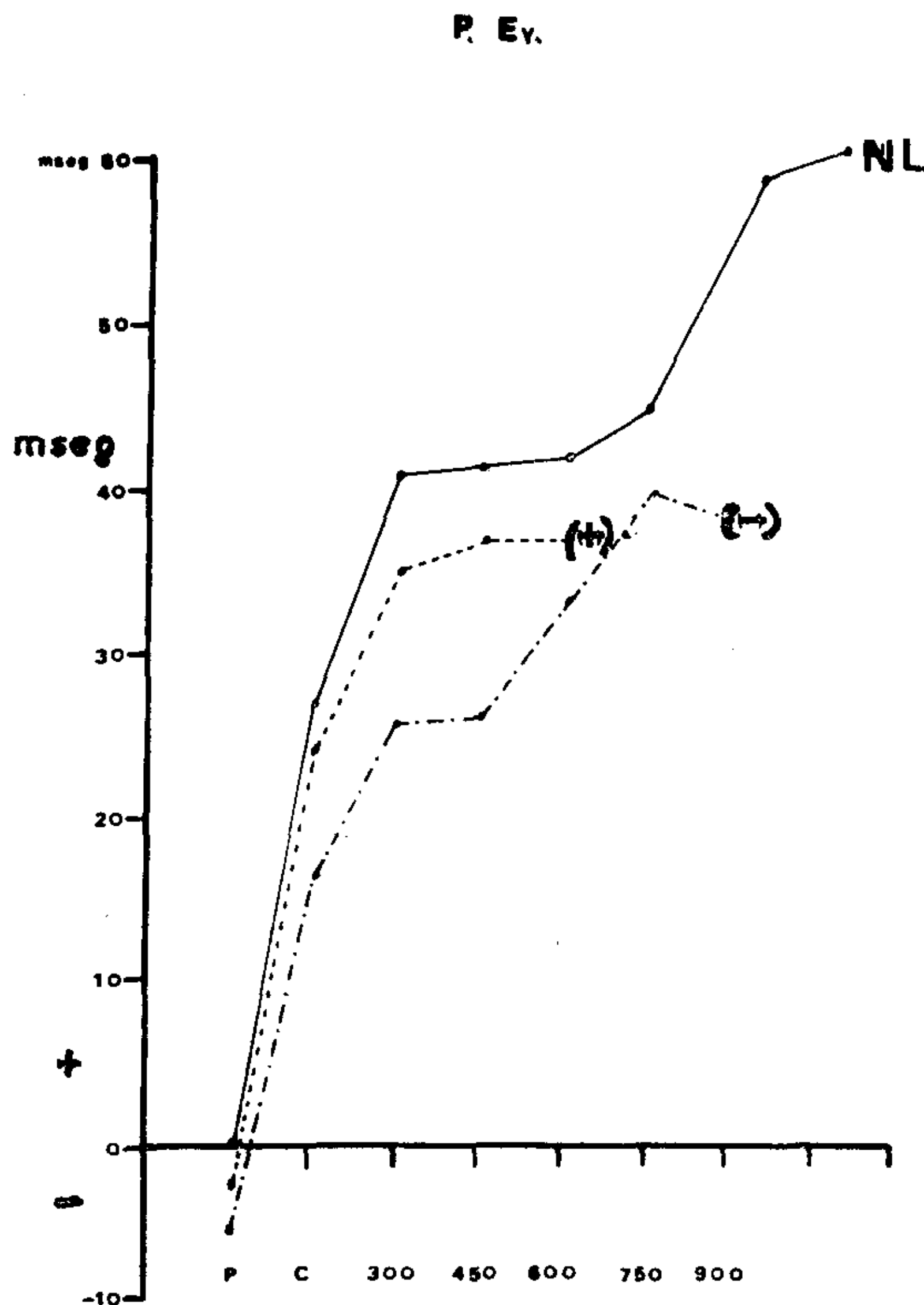


Figura N° 2

parar los hallazgos de los distintos investigadores que han utilizado, en unos casos cicloergómetro, con el paciente en posición de decúbito dorsal o sentado, en otros cintas deslizantes (1), realizándose los registros en la mayoría de los casos en el postesfuerzo, y aún con cambio de decúbito (4, 5). Si bien ha quedado demostrado que los valores de los distintos parámetros obtenidos en el postesfuerzo inmediato, no difieren de los observados durante la prueba (1), los mismos autores advierten que a partir de los 10 segundos de detenido el esfuerzo, los resultados se alteran. Además, confirman la posibilidad de realizar los registros durante el ejercicio, hecho ampliamente demostrado a través de nuestra experiencia. Es de destacar la no existencia de inconvenientes técnicos en su realización, permitiendo al paciente una amplia movilización.

En lo referente a la técnica de medición de los períodos sistólicos en relación con los valores teóricos normales, no es aceptable utilizar ecuaciones de corrección a la frecuencia cardíaca que no sean las propias, pues las mismas dependen de las condiciones particulares de cada medio de trabajo.

Nuestros hallazgos en las modificaciones de los períodos sistólicos en pacientes con patología coronaria, sometidos al test ergométrico isotónico, han sido comparados con los datos recogidos con igual metodología, en normales (2). El promedio de edad de ambos grupos, es bastante similar: coronarios = 49 años/normales = 40,3 años. Clasificando a los pacientes coronarios de acuerdo a la respuesta al test ergométrico en: GRUPO A = test negativo; GRUPO B (1) = test positivo por alteraciones electrocardiográficas más dolor anginoso y GRUPO B (2) = test positivo por alteraciones electrocardiográficas sin dolor anginoso, obtenemos una clara diferenciación en el comportamiento de los períodos sistólicos, fundamentalmente PE, PPE, CS y de la tensión arterial diastólica. Es así como los pacientes del GRUPO A) se diferencian significativamente de los normales y de los del GRUPO B) - (2). Los pacientes del GRUPO B) + (1), ocupan una posición intermedia, con acortamiento del PE y aumento del PPE en la carga correspondiente a la aparición del dolor.

El CS se incrementa menos en los pacientes del grupo A); el grupo B - (1)

P. EY.

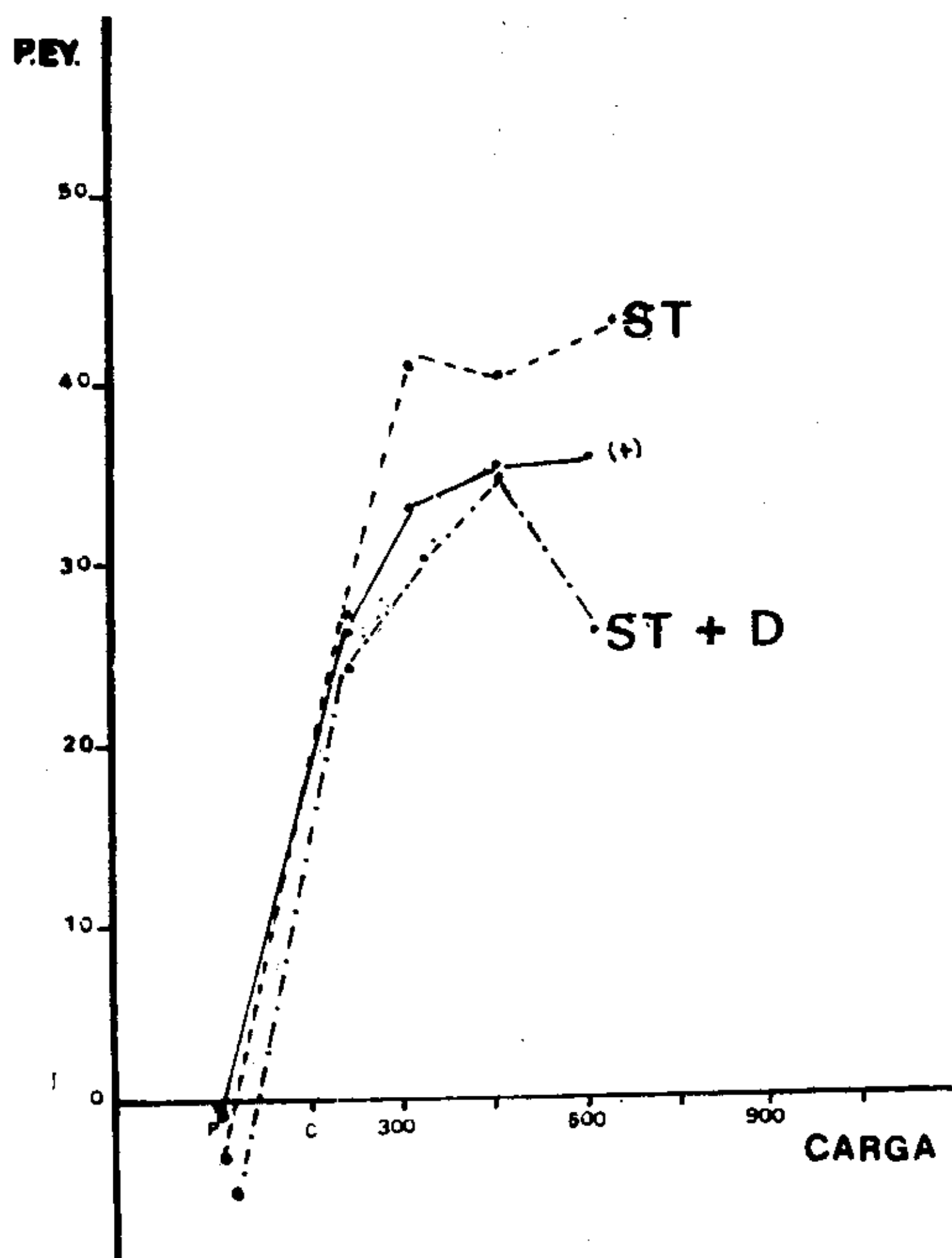


Figura N° 3

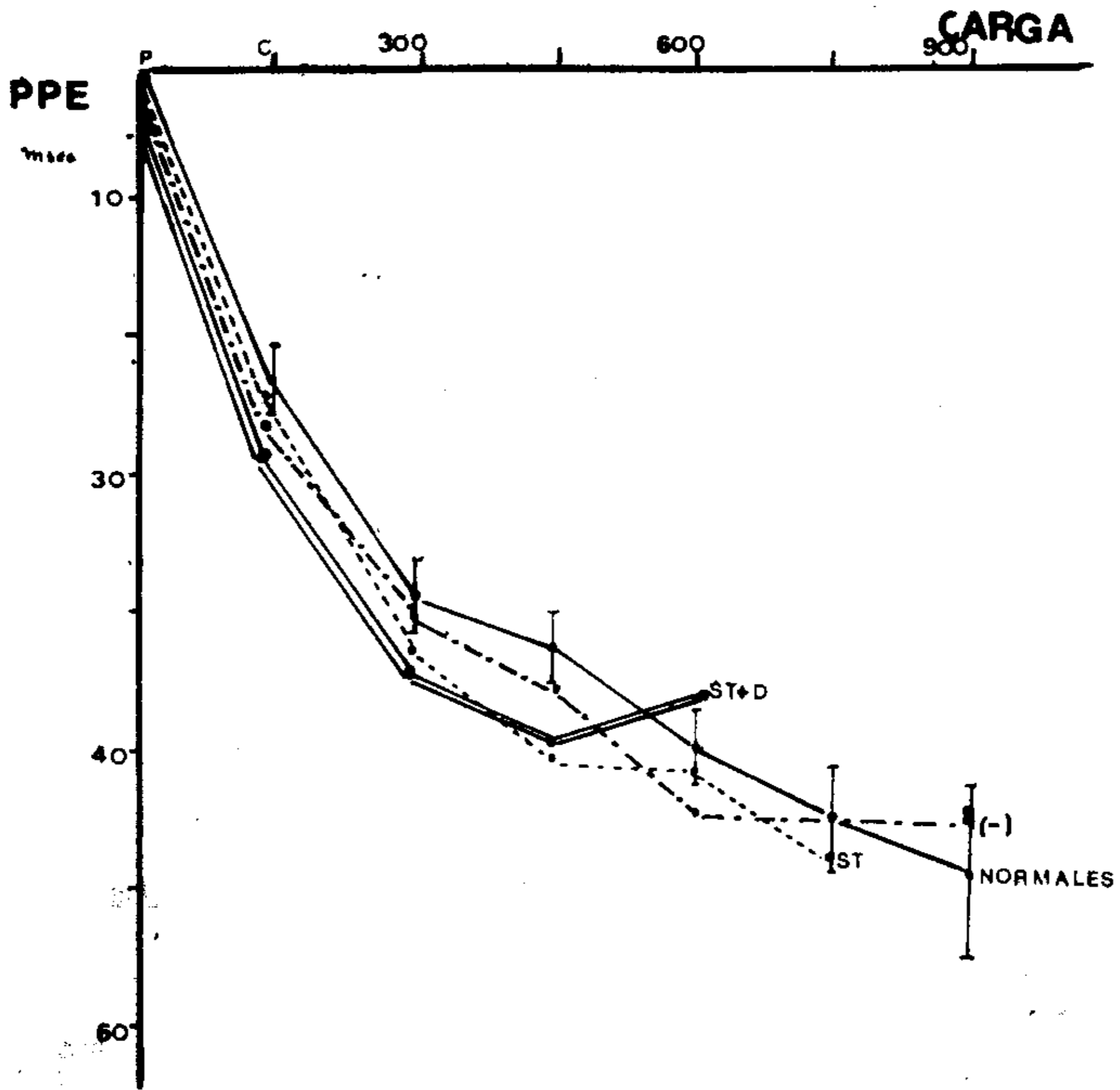


Figura Nº 4

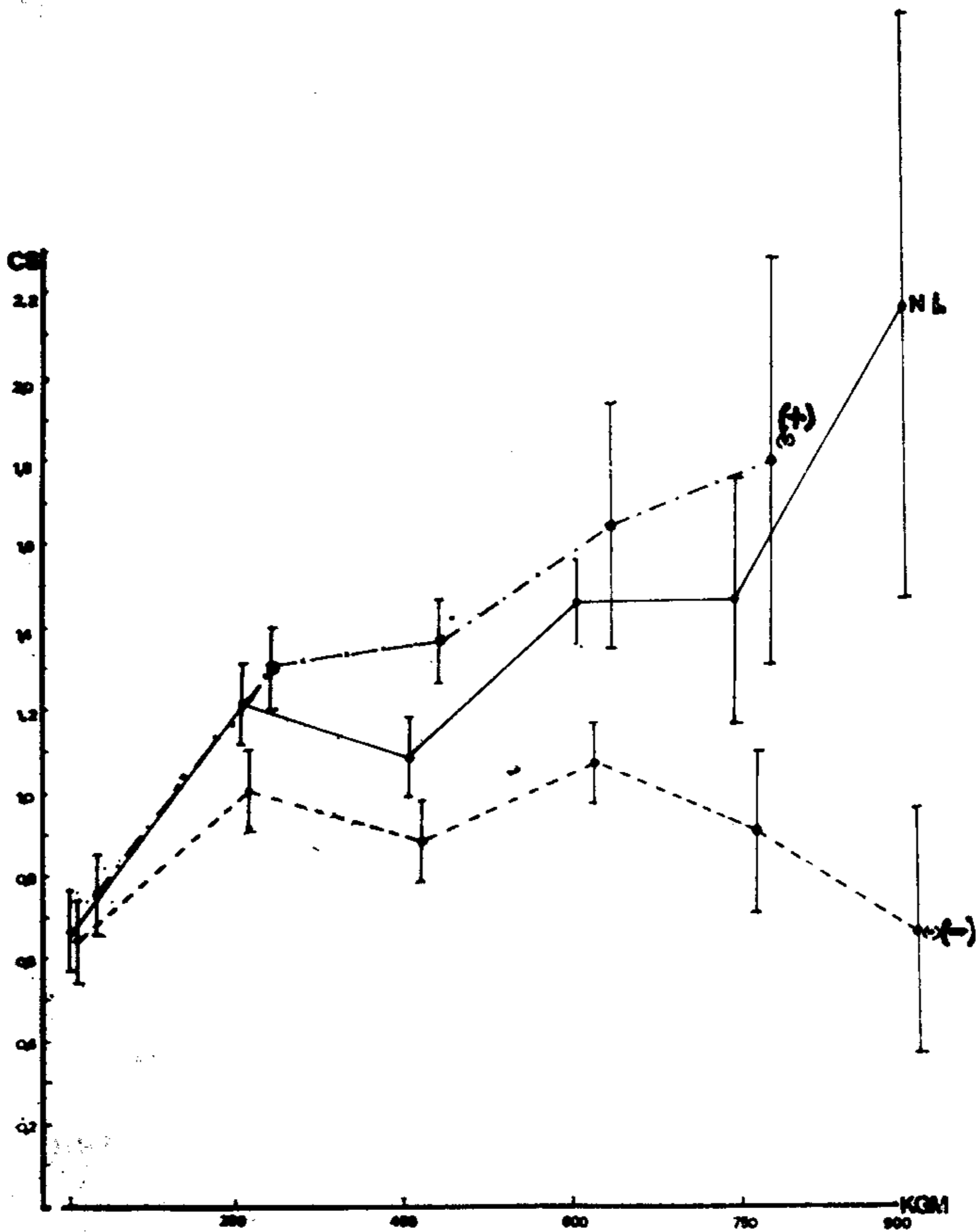


Figura Nº 5

N 49

(N)

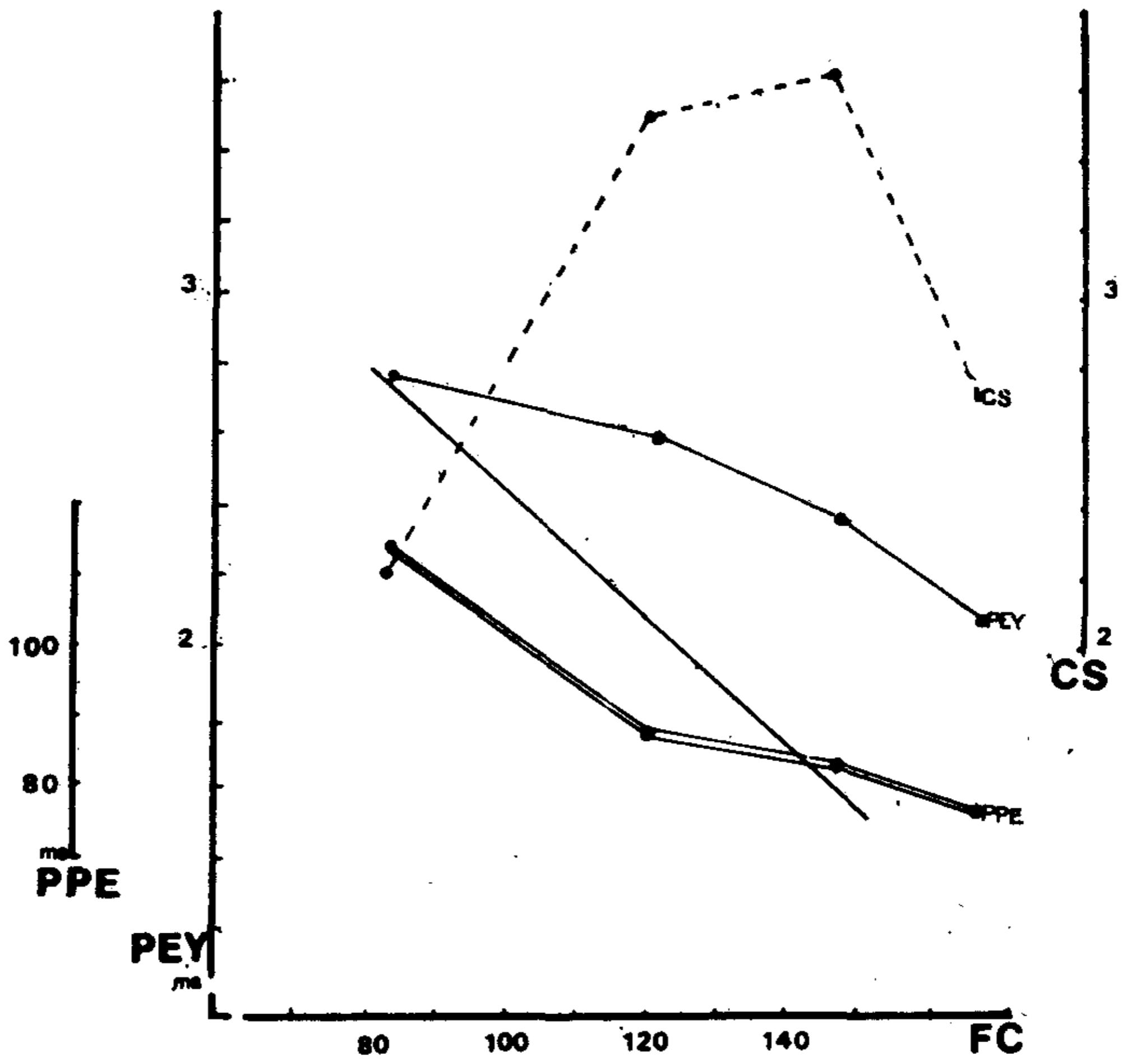


Figura Nº 6

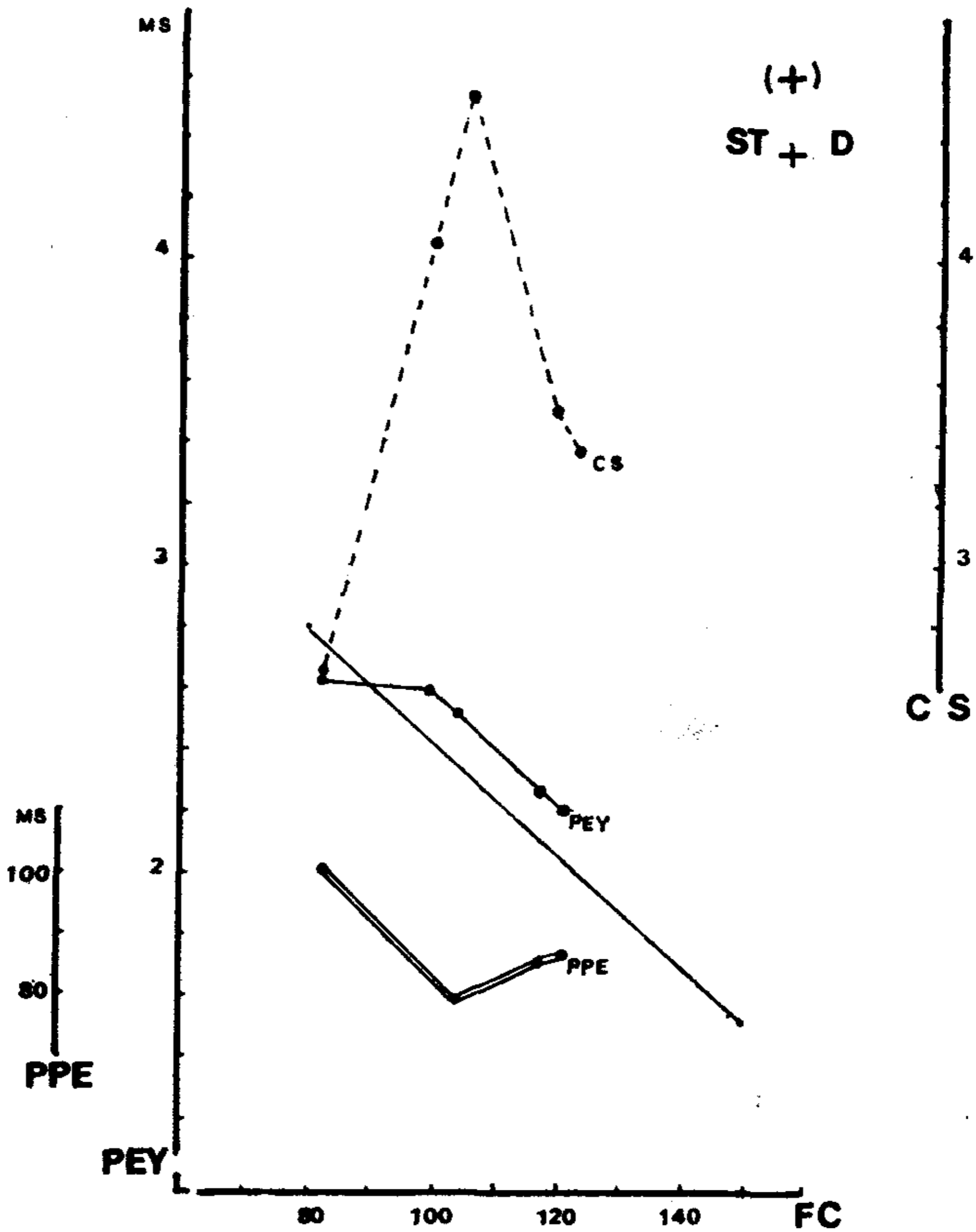


Figura Nº 7

N15

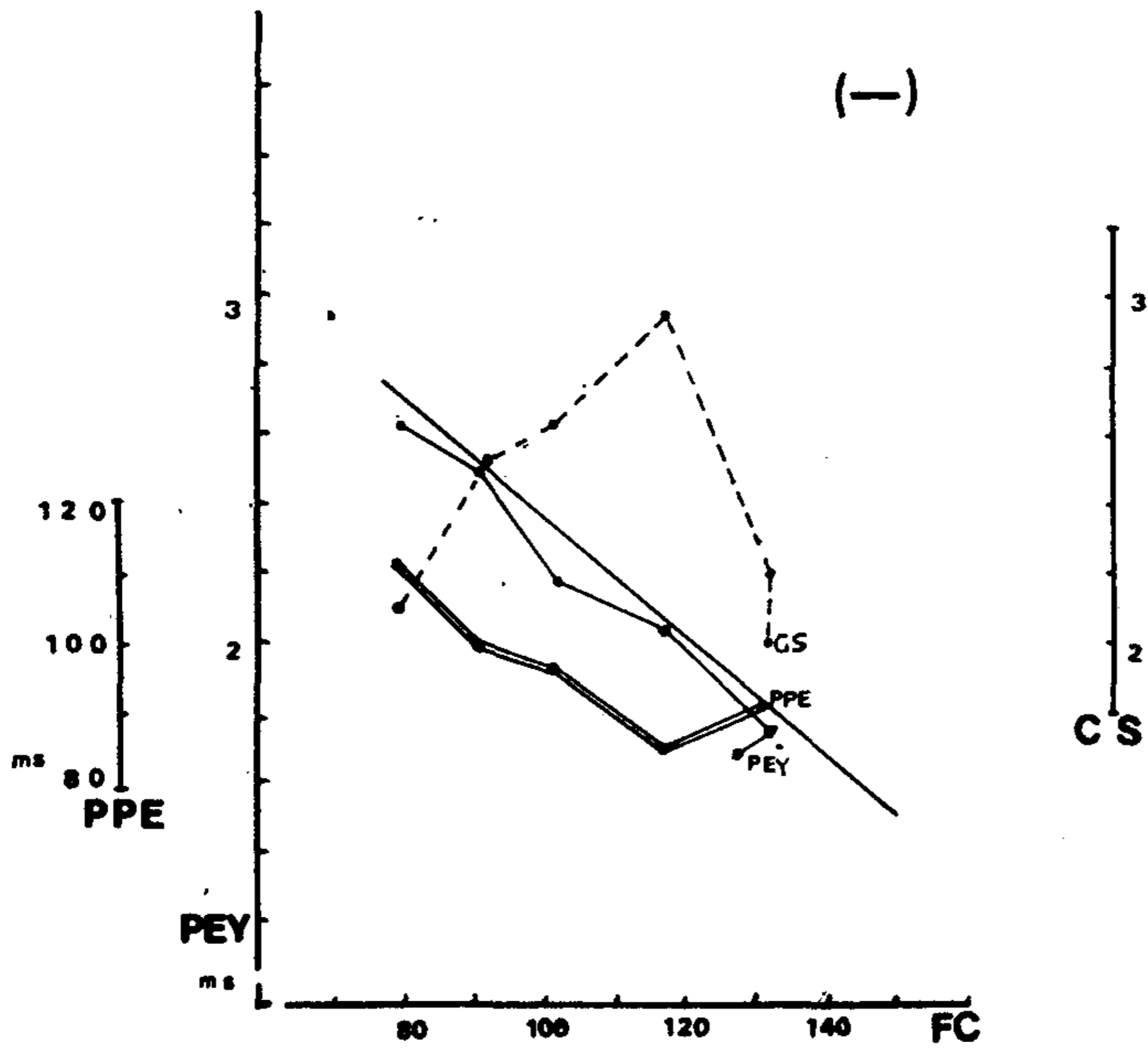


Figura N° 5

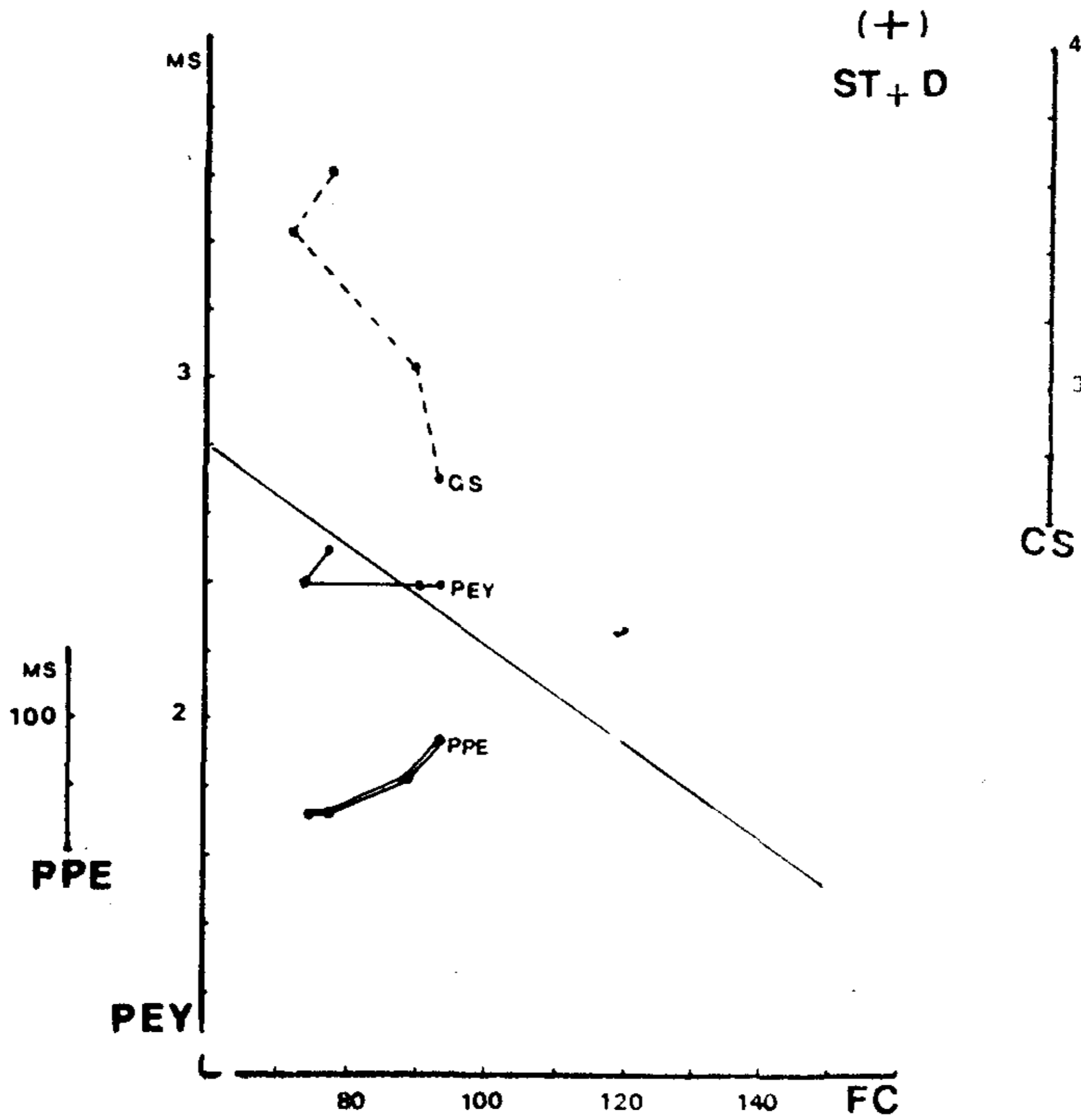


Figura N° 6

muestra mayor aumento del CS, pero éste cae en el momento en que aparece el dolor.

Llama la atención, que aquellos test ergométricos negativos presenten valores de los períodos sistólicos mucho más bajos que los normales (PE y CS), y que los pacientes con test ergométricos positivos se asemejen más a los normales, salvo en el momento de aparición del dolor. En los primeros (grupo A), los conocimientos actuales sobre los períodos sistólicos, nos harían pensar en un "deterioro" de la función ventricular. Si tenemos presente, que las alteraciones ECG (ST-T) y la aparición del angor están en relación estrecha con la hipoxia miocárdica (3), es lógico suponer que los pacientes con test ergométrico negativo hayan adecuado los mecanismos de regulación cardiovascular al esfuerzo, a fin de disminuir los requerimientos de oxígeno y los factores desencadenantes del angor y/o alteraciones de la repolarización ventricular. Muy probablemente existen catecolaminas circulantes disminuidas (en los anginosos se las ha encontrado elevadas) (4). Además los pacientes del grupo A, incrementan la tensión arterial sistólica igual que los normales, sin mayor incremento de la presión arterial diastólica, que sí está elevada en los del grupo B).

De acuerdo a nuestro razonamiento, preferimos hablar de respuesta "anormal" de los períodos sistólicos.

Se ha afirmado que la aparición del dolor no modifica el alargamiento del PE (4); nosotros hemos hallado lo contrario; la aparición del angor, provoca una rápida caída del PE y un aumento del PPE, con la consecuente disminución del CS. Muy probablemente, lo que debe haber ocurrido ha sido la interrupción del ejercicio apenas comenzado el dolor, lo que no dio oportunidad a la aparición de las modificaciones de los períodos sistólicos.

SUMMARY:

The modifications to the systolic periods in 40 patients with coronary heart diseases who underwent an exercise testing by bicycle ergometry, have been studied. The results are compared with the findings under similar technics in healthy men (2). The mean age was similar in both groups; 49 years in CHD and 40,3 years in healthy men.

The patients were grouped according to the ergometric test response. Group A); negative test; Group B) (1): positive test by

electrocardiographic alterations (ST-T) with pain; Group B) (2): positive test by electrocardiographic alterations without pain.

Group A) significantly differentiates from normals (0,05) the same as group B) (1) (0,001) in the last load when pain appears.

Group B) (2) develops the same modifications as the normals.

Unlike other authors (4) we have found that the ejection periods is shortened by the time pain appears; the pre-ejection time behaves in the opposite way.

The entire electromechanic systole (Q-Ao) does not show modifications which differentiates the varying groups of normal and pathologic patients.

The ejection time at rest, shows normals values for the group B) (1), B) (2) on the other hands, it is shortened in the group A) patients.

Blumberger's systolic quotients in increased in the B) (1) and (2) group and normals with the same intensity but not in the A) group which shows scanty increasing.

Systolic blood pressure increases with the same intensity in normal and coronary patients, but not in the diastolic blood pressure which increases in the B) (1) and B) (2) groups remaining in the previous figures to the effort in the normal and group A) patients.

The individual analyses of the informed parameters allows us to establish an affection scale to the normal response to the ergometric test.

It is very likely, that this difference in the systolic periods behaviour of the coronary patients, specially the A) group is related to a lower myocardial level oxygen requirements.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ricci, G. J.; Bruno, C. A.; Turri, D. F.; Cors, J. M.; Pérez Mas, P.; Kohn, J.: Período expulsivo ventricular izquierdo. Su comportamiento durante el esfuerzo. Rev. Arg. de Card., 42: 338, 1974.
2. Caiafa, P. M.; Aginsky, R.; Pellegrino, D.; De Cabo, A.; Lorenz, B.; Pérez, N.; Otero, E.: Estudio de los períodos sistólicos durante el ejercicio isotónico en normales. Metodología y hallazgos. Rev. Arg. de Card. (en prensa).
3. Amsterdam, Ezra A.: Function of the hypoxic myocardium. Experimental and clinical aspects. Am. J. of Cardiology, 32: 461, 1973.
4. Pouget, J. M.; Harris, W. S.; Mayron, B. R.; Naughton, J. P.: Abnormal responses of the systolic time intervals to exercise in patients with angina pectoris. Circulation, 43: 289, 1971.
5. Aronow, W. S.; Bowyer, A. F.; Kaplan, M. A.: External isovolumic contraction times and left ventricular ejection/time-external isovolumic contraction time ratios at rest and after exercise in coronary heart disease. Circulation, 43: 59, 1971.

Agradecemos la inestimable colaboración de las técnicas Sras. E. Vázquez y N. Oreiro, que posibilitaron la realización del presente trabajo.