

INTERVALOS SISTOLICOS. RELACION PPE/PE EN EL COR PULMONALE CRONICO

J. ESPOLITA SANTOS, J.L. LOPEZ-NEGRETE
 FERNANDEZ, E. FERNANDEZ BUSTILLO*, J.M. LOPEZ
 DE LA IGLESIA, J. ENRIQUEZ MARTIN, G. IGLESIAS
 CUBERO, J. TOMAS MAURI, J.J. RODRIGUEZ REGUERO
 y E. SORIANO VELA

Servicio de Cardiología. Instituto Nacional
 de Silicosis. Oviedo.

Introducción

La participación del ventrículo izquierdo (VI) en el cor pulmonale crónico (CPC) es un tema controvertido; por una parte hay evidencia necrópsica de hipertrofia ventricular izquierda de etiología desconocida¹⁻⁵, y evidencia clínica y hemodinámica de participación del VI^{6,7} en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y CPC; por otra parte en estudios análogos se comprobó la normalidad de la función del VI en estos pacientes⁸⁻¹¹.

El estudio de los intervalos sistólicos (IS) ha experimentado un avance notable últimamente, debido al resurgimiento del interés por las técnicas incruentas. Así se han determinado los valores normales de los IS¹²⁻¹⁵; la relación entre los IS medidos externamente y los obtenidos mediante el estudio hemodinámico, experimentalmente¹⁶⁻¹⁸ y en el hombre¹⁹. Posteriormente se definió la anomalía básica de los IS en las cardiopatías, hallazgos

relacionados estrechamente con la disminución del gasto cardíaco y del volumen de eyección²⁰; asimismo, se encontró una relación entre el cociente PPE/PE (período preesfígmicos/período expulsivo) y los índices hemodinámicos de función del VI obtenida por ventriculografía²¹.

Con respecto a la aplicación de los IS a la EPOC, se encontró aumento de la relación PPE/PE en el grupo más afectado funcionalmente desde el punto de vista respiratorio²²; también se halló anomalía de los IS en pacientes con fallo ventricular derecho de diversa etiología²³. Sin embargo, en otro estudio no se halló ninguna correlación válida entre los IS e índices de función VI en pacientes con EPOC²⁴. Es pues, evidente que este tema no está aún aclarado.

El objeto de este trabajo es estudiar los IS, y más concretamente de la relación PPE/PE, como índices reconocidos de la función ventricular izquierda, en el CPC en pacientes con EPOC severa y afectación funcional respiratoria marcada, y analizar su comportamiento por métodos estadísticos, para tratar de averiguar si su normalidad o anomalía es o no dependiente de la función respiratoria y de la severidad del CP.

* Departamento Técnico. Instituto Nacional de Silicosis.

Recibido el día 3 de mayo de 1982.

Material y métodos

Selección de pacientes: Se estudiaron 36 pacientes de edad comprendida entre los 36 y 75 años (media 56,5 años) sin evidencia de cardiopatía izquierda. Todos presentaban CPC evidente, sobrecarga ventricular derecha o fallo cardíaco derecho (diagnosticado clínica, radiológica, electrocardiográfica y venticardiográficamente) y EPOC.

Estudios de función pulmonar: A partir del estudio espirométrico rutinario, utilizando un espirómetro de agua de ocho litros, se calcularon los siguientes valores: capacidad vital máxima (CV) en cc; volumen espiratorio máximo segundo (VEMS) expresado en cc, o bien en porcentaje del valor predicho como normal y la relación VEMS/CV, expresado en tantos por ciento (Tiffeneau). Asimismo se obtuvieron las presiones arteriales de O_2 y CO_2 , la saturación de hemoglobina, el pH, bicarbonato estándar y gradiente alvéolo-arterial de oxígeno, utilizando un analizador Comby.

Intervalos sistólicos: Se midieron los IS, utilizando un Elema Schonander EM-34 del modo siguiente: el intervalo R-R se empleó para calcular la frecuencia cardíaca; la sistole electromecánica total ($Q-2^\circ R$) fue medida desde el inicio del QRS hasta la primera vibración rápida del ruido de cierre aórtico. El período expulsivo (PE) se midió desde el inicio del ascenso hasta la incisura del carotidograma. El intervalo entre los ruidos ($1^\circ R-2^\circ R$) se midió como el tiempo entre la primera vibración rápida de ambos ruidos. A partir de estas determinaciones básicas se calcularon las demás, como sigue: el período preesfígmico (PPE) se calculó: $Q-2^\circ R$ menos PE; el intervalo $Q-1^\circ R$ como $Q-2^\circ R$ menos $1^\circ R-2^\circ R$, y el tiempo de la contracción isométrica (TCI) se calculó como $1^\circ R-2^\circ R$ menos PE. La fracción de eyección (FE) se calculó a partir de la fórmula previamente publicada²¹: $FE = 125 - (PPE/PE \times 1,25)$. Todas las mediciones fueron la media de calcular, al menos, cinco ciclos cardíacos. Todos los pacientes estaban en ritmo sinusal y ninguno recibió digital u otras drogas con marcado efecto sobre el corazón en el momento del estudio.

Resto de estudios: Se recogieron los datos clínicos demostrativos de insuficiencia cardíaca derecha (presión venosa central elevada, hepatomegalia, edemas en miembros inferiores, cuarto ruido VD e insuficiencia tricúspide) y electrocardiográficos relacionados con la aparición de ondas «T» invertidas de V_1 a V_4 .

Estudios estadísticos: Para simplificar el estudio se analizó exclusivamente la relación PPE/PE. Esta relación se consideró anormal cuando superaba los valores publicados como normales²⁰ más dos desviaciones estándar. El cociente PPE/PE se correlacionó con la edad, VEMS, Tiffeneau, con presiones arteriales O_2 y CO_2 , presencia o ausencia de signos de insuficiencia cardíaca derecha e inversión de ondas «T» en la serie precordial. El método estadístico empleado fue el de la t de Student.

Relación PPE/PE: La relación PPE/PE permaneció dentro de límites normales en 15 pacientes (41,6 %) que constituyeron el grupo A; la relación PPE/PE estaba anormalmente elevada en los 21 pacientes restantes (58,3 %) que se integraron en el grupo B. El valor medio de dicha relación en el grupo A fue 0,37 (S = 0,052) y el valor medio de dicha relación en el grupo B fue 0,52 (S = 0,093). Es evidente que existe una lógica diferencia significativa por lo que respecta a la relación PPE/PE entre ambos grupos (T = 5,47 P = 0,01) (fig. 1).

Edad: La edad media en el grupo A fue de 55,5 años (S = 9,67) y la media de edad en el grupo B fue 57,7 (S = 9,7). No se hallaron diferencias significativas por lo que respecta a la edad de ambos grupos (T = 0,71).

VEMS y Tiffeneau: El VEMS expresado en tantos por ciento del valor predicho y el Tiffeneau

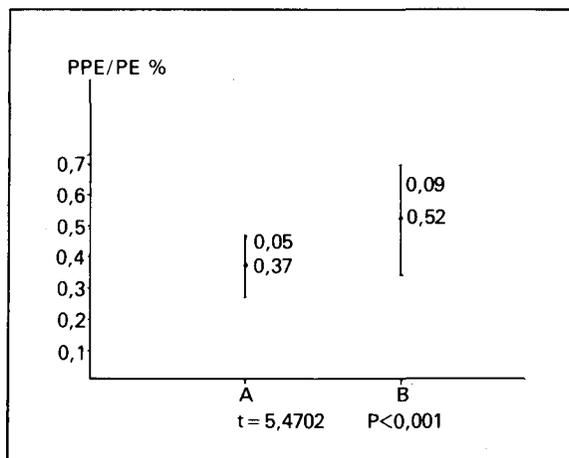


Fig. 1. Valores medios de la relación PPE/PE en los grupos A y B. Se aprecia diferencia estadística significativa (T = 5,47) entre los valores medios de ambos grupos.

expresado en porcentaje se obtuvieron en 14 de los 15 pacientes del grupo A y en 19 de los 21 pacientes del grupo B. La media del VEMS del grupo A fue de 29,11 % (S = 14,49) y del Tiffeneau en ese mismo grupo fue de 40,28 % (S = 12,19). La media del VEMS en el grupo B fue de 31,26 % (S = 14,24) y la del Tiffeneau fue 43,86 % (S = 13,75). No se hallaron diferencias significativas por lo que respecta al VEMS (T = 0,42) y al Tiffeneau (T = 0,66) en ambos grupos (fig. 2).

Presiones arteriales de O_2 y CO_2 : La PaO_2 media en el grupo A fue de 51,26 mm de Hg (S = 12,1) y la PaO_2 media del grupo B fue de 56,51 mm Hg (S = 10,26), mostrando diferencias muy poco significativas en ambos grupos (T = 1,43). La $PaCO_2$ media del grupo A fue de 57 mm Hg (S = 9,6) y la $PaCO_2$ del grupo B fue de 50,21 mm Hg (S = 11,09), mostrando diferencias no significativas en ambos grupos (T = 2,012) (fig. 3).

Ondas T invertidas en la serie precordial: Esta alteración del electrocardiograma se recogió en cinco pacientes del grupo A (13 %) del total, 33 % del grupo) y en 13 pacientes del grupo B (56 % del total, 61 % del grupo) demostrando diferencias no significativas (T = 1,65) (0,20 P = 0,10) entre los parámetros de ambos grupos.

Insuficiencia cardíaca derecha: Los signos clínicos de insuficiencia cardíaca derecha aparecieron en 13 pacientes del grupo A (36 % del total, 86 % del grupo) y en 19 casos del grupo B (52 % del total, 90 % de grupo), no mostrando diferencias significativas entre los porcentajes de ambos grupos (T = 0,37) (fig. 4).

Discusión

El CPC se consideró tradicionalmente como un proceso que afecta al corazón derecho de modo aislado, a pesar de que en las autopsias de algu-

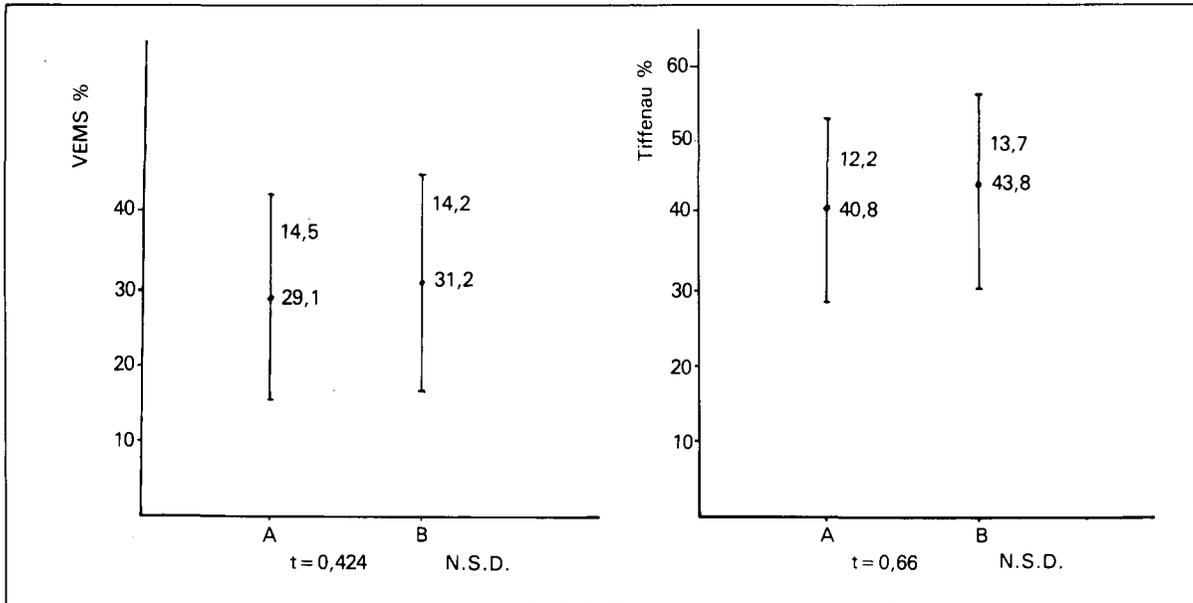


Fig. 2. Representación de los valores medios del VEMS y Tiffenau en ambos grupos. No existen diferencias significativas entre los valores medios respectivos.

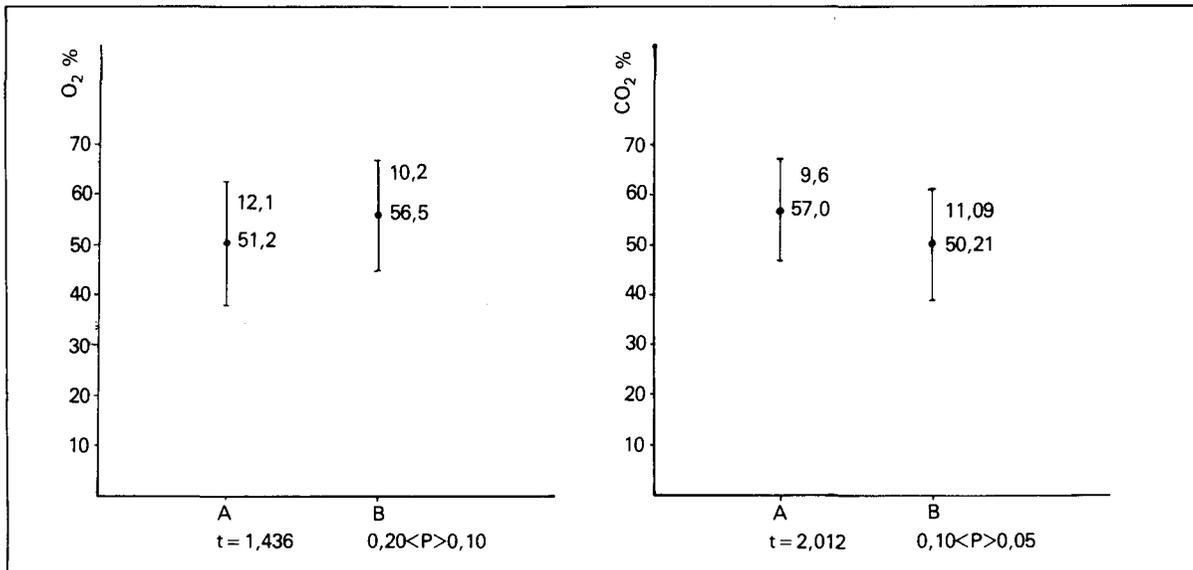


Fig. 3. Valores medios de las presiones de PaO₂ y PaCO₂ en ambos grupos. No existen diferencias significativas entre dichos valores.

nos pacientes con EPOC se encontró hipertrofia ventricular izquierda de causa no aclarada¹⁻⁵. Sin embargo, a principios de la década de los sesenta se llamó la atención²⁵ sobre la afectación global del corazón del CPC, destacando que factores como hipoxemia, hipercapnia y acidosis entre otros, podría producir también sobrecarga ventricular izquierda. Esta hipótesis encontró apoyo en algunos estudios clínicos y hemodinámicos que demostraron disfunción ventricular izquierda en grupos reducidos de pacientes con EPOC y CPC^{6,7}; sin em-

bargo, en otros estudios análogos se destacó la normalidad de la función ventricular izquierda^{8-11, 24}. Una reciente revisión²⁶ concluye que, un pequeño grupo de estos pacientes puede mostrar disfunción ventricular izquierda, aunque de forma poco común y desconociéndose su relación precisa con la enfermedad pulmonar.

Por lo que respecta al estudio de los IS en la EPOC se ha señalado²² la prolongación del PPE/PE, en formas de EPOC progresivamente más severas, en ausencia de sintomatología

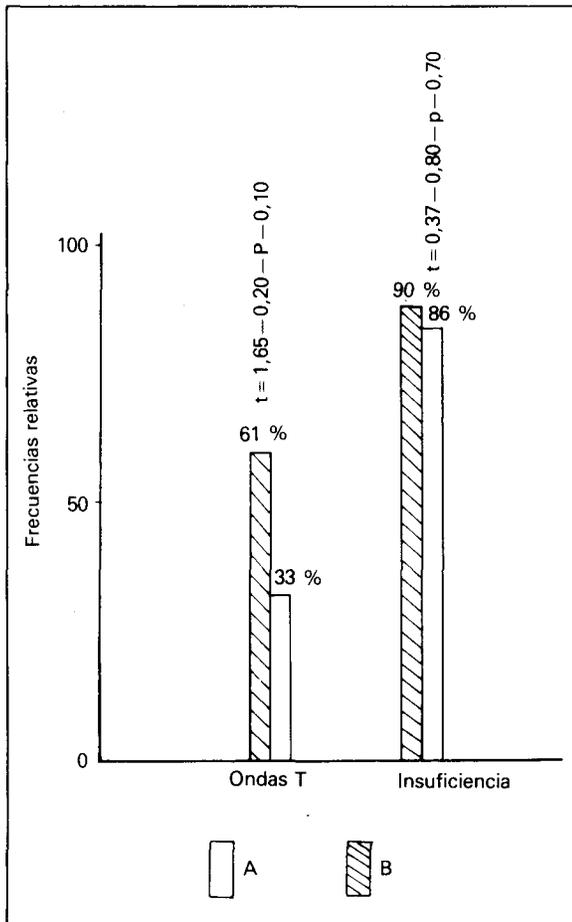


Fig. 4. Frecuencias relativas de la aparición de ondas T negativas en serie precordial derecha y signos clínicos de insuficiencia cardíaca derecha en ambos grupos. No existen diferencias significativas.

cardíaca y evidencia clínica de disfunción ventricular izquierda. En otro estudio²³, se halló anomalía de los IS en el fallo cardíaco derecho agudo y crónico de etiología diversa. La disfunción del VI en estos casos se intenta explicar por: a) Afectación del VI, debida a resistencia vascular aumentada por disminución de la precarga del VI, secundaria a la disminución del volumen de eyección ventricular derecho; b) Por incremento de la postcarga ventricular derecha, que prolongaría los IS del corazón derecho, y esta alteración podría explicar en parte la anomalía de los IS hallados; c) Por alteración real de la contractilidad del VI; d) Por protusión del séptum derecho en la cavidad VI, alterando por tanto la geometría del VI y su distensibilidad. En otra publicación²⁴, se opina que las anomalías de los IS, que están presentes en una mayoría de los pacientes con EPOC, a pesar del rendimiento aparentemente normal del VI, no son útiles para identificar pacientes con presión pulmonar en cuña elevada, ya que la reducción del volumen de eyección asociada a una disminución del PE, y la reducción de la presión de llenado del VI,

que prolonga el PPE, explicaría estas anomalías de los IS. Esta pobre correlación entre los IS y los índices hemodinámicos del VI en el CPC ya había sido señalada con anterioridad²⁷. Por todo lo que antecede abundan las explicaciones para un hecho no aclarado; el comportamiento de los IS en la EPOC y en el CPC.

La alteración de los IS fue señalada también en sujetos de edad avanzada, atribuyéndose a la disminución del gasto cardíaco que aparece en esas edades¹⁵. En otros estudios, se halló una clara relación entre la anomalía de las IS y la afectación funcional respiratoria^{22, 28}. La aparición de ondas T invertidas en derivaciones precordiales (V_1 - V_4) fueron interpretadas²⁹ como la traducción electrocardiográfica de la sobrecarga aguda y severa del ventrículo derecho; esta inversión de la onda T presentaba estrecha correlación con la hipertensión arterial pulmonar, y aumento de la presión telediastólica ventricular derecha. Por lo demás, se destacó la normalización de dichas ondas al mejorar la oxigenación de los pacientes³⁰.

De nuestro estudio puede decirse en primer lugar, que el comportamiento del PPE/PE es independiente de la edad en los casos observados; en segundo lugar, el PPE/PE obtenido en estos pacientes con afectación severa de la función respiratoria, parece ser independiente de dicha afectación valorada por los parámetros estudiados. En tercer lugar, el PPE/PE no guarda correlación con la aparición de signos de fallo cardíaco derecho ni con la presencia de ondas T invertidas en precordiales derechas; ello sugiere su independencia de grados severos de sobrecarga ventricular derecha e hipertensión arterial pulmonar.

En este punto concluimos lo siguiente: la relación PPE/PE parece ser un índice útil y sencillo de la función ventricular izquierda en diversas formas de cardiopatía, pero no en todas; su prolongación traduce disfunción ventricular izquierda. Por lo que respecta a su aplicación al cor pulmonale y a la EPOC existen muchas reservas acerca de su utilidad. En la hipertensión pulmonar crónica se ha demostrado³¹ una relación anormal entre la presión y el volumen telediastólico del VI, debido a protrusión septal, hipertrofia septal y alteración de la geometría y de la cavidad de VI durante la diástole; además, se señaló³² que en los pacientes que presentaban sobrecarga ventricular derecha secundaria a enfermedad pulmonar, los factores concomitantes como son hipertensión arterial pulmonar, anomalías de los gases en sangre, alteraciones electrolíticas y del equilibrio ácido-base, y los efectos de la sobrecarga crónica del ventrículo derecho sobre su masa y configuración, hacen difícil el estudio de la interacción de los ventrículos. La valoración de la función del VI en el CPC, debido a hipertensión arterial pulmonar por EPOC parece ser realmente difícil y controvertida, aún recurriendo a técnicas más depuradas que el estudio de los IS.

Sin entrar en estas consideraciones, que sobrepasen sobradamente las limitaciones de este trabajo, podemos concluir que la alteración PPE/PE (utilizada como expresión simple de los IS) en los pacientes con CPC y EPOC severa, es completamente independiente de los parámetros comúnmente utilizados para valorar la función respiratoria; asimismo, es independiente de la aparición de signos clínicos de fallo cardíaco derecho y de la presencia de ondas T invertidas en precordiales, signo admitido de sobrecarga aguda y severa del ventrículo derecho por hipertensión arterial pulmonar.

Resumen

Se estudiaron los intervalos sistólicos en 36 pacientes con cor pulmonale crónico, utilizándose la relación período preesfígmico/período expulsivo (PPE/PE) como índice de función ventricular izquierda.

Esta relación fue normal en 15 pacientes (grupo A) y estaba prolongada en los restantes 21 (grupo B). Se estudiaron los valores espirométricos, las presiones arteriales de O₂ y CO₂, la inversión de las ondas T en precordiales y los signos de insuficiencia cardíaca derecha. Se establecieron relaciones estadísticas entre estos parámetros en ambos grupos por el método de la t de Student.

No se evidenciaron diferencias significativas entre los valores de los parámetros analizados. Por tanto, no se halló relación entre el comportamiento de dicho cociente y los parámetros de función respiratoria y ventricular derecha. Se concluye que este cociente, exprese o no la función ventricular izquierda, es independiente de la función respiratoria y de la severidad del cor pulmonale.

Summary

SYSTOLIC TIME INTERVAL AND PEP/EP RATIO IN CHRONIC COR PULMONALE.

The systolic intervals were studied in 36 patients with chronic cor pulmonale using the pre-ejection period/ejection period (PEP/EP) ratio as the left ventricular function index.

Fifteen patients had a normal ratio (Group A) and the remaining 21 a prolonged one (Group B). Spirometric, arterial O₂ and CO₂ values, T-wave inversion in pre-cordials and signs of right cardiac insufficiency were also studied. Student's test was also used for statistical evaluation of the parameters of both groups.

There were no statistically significant differences between the parameters, implying the lack of a relationship between the coefficient and the param-

eters for respiratory function and right ventricular function. The coefficient is considered to be independent from respiratory function and the severity of the cor pulmonale, even though it might express the left ventricular function.

BIBLIOGRAFIA

1. Kountz WB, Alexander HL, Prinmental M: The heart in emphysema. *Am Heart J* 1936; 11: 163-166.
2. Parker RL: Pulmonary emphysema: a study of its relation to the heart and pulmonary arterial system. *Ann Intr M* 1940; 14: 795-800.
3. Scott RW, Carwin CF: Cor pulmonale. Observations in fifty autopsy cases. *Am Heart J* 1941; 22: 56-59.
4. Michelson N: Bilateral ventricular hypertrophy due to chronic pulmonary disease. *Dis Chest* 1960; 38: 435-439.
5. Fluck AP, Chandrasekar HG, Garner GV: Left ventricular hypertrophy in chronic bronchitis. *Brit Heart J* 1966; 28: 92-95.
6. Rao RS, Cohn KE, Eldridge FL, Hancock EL: Left ventricular failure secondary to chronic pulmonary disease. *Am J Med* 1968; 45: 229-232.
7. Baum GL, Schwartz A, Llamas R, Castello C: Left ventricular function in chronic obstructive lung disease. *New Eng J Med* 1971; 285: 402-404.
8. Williams JF, Childness MM, Boyd DL, Higos LM, Benke HH: Left ventricular function in patients with chronic obstructive lung disease. *J Clin Invest* 1968; 47: 1143-1147.
9. Dawies H, Overly HH: Left ventricular function in cor pulmonale. *Chest* 1970; 58: 8-13.
10. Khaja F, Parker JO: Right and left ventricular performance in chronic obstructive lung disease. *Am Heart J* 1971; 82: 319-322.
11. Frank MJ, Weiss AB, Moschos GB, Levinson GE: Left ventricular function, metabolims and blood flow in chronic cor pulmonale. *Circulation* 1973; 47: 798-801.
12. Kumar S, Spodick DM: Study of the mechanical events of the left ventricle by a traumatic technique: Comparison of methods of measurement and their significance. *Am Heart J* 1970; 80: 401-405.
13. Fabian J, Epstein EJ, Coulshed R: Duration of phases of left ventricular systole using indirect methods, I Normal. *Brit Heart J* 1972; 34: 874-879.
14. Aronow W: Isovolumic contraction and left ventricular ejection times external measurements at rest after exercise in normal men. *Am J Cardiol* 1970; 26: 239-244.
15. Friedman CD, Davinson ET: The phonocardiographic assessment of myocardial function in the aged. *Am Heart J* 1969; 78: 726-730.
16. Metzger CC, Chough B, Koetz FW, Leonard SS: True isovolumic contraction time and its correlation with easily measured external indices of ventricular contractility. *Circulation* 1967; 26 (Supp): 187-190.
17. Talley MC, Meyer JF, Mc. May R: Evaluation of the pre-ejection period as an estimate of myocardial contractility in dogs. *Am J Cardiol* 1971; 27: 384-386.
18. Metzger CC, Chough B, Koetz FW, Leonard SS: True isovolumic contraction and its correlation with two external indices of ventricular performance. *Am J Cardiol* 1970; 25: 434-436.
19. Martin CE, Sharer SD, Thompson MD, Reddy DS, Leonard TS: Direct correlations of external systolic time intervals with internal indices of left ventricular function in man. *Circulation* 1971; 44: 419-422.
20. Weissler AM, Harris WS, Schoenfeld CD: Systolic time intervals in heart failure in man. *Circulation* 1968; 37: 149-152.
21. Garrad CJ, Weissler AM, Dodge HT: The relationship of alteration in systolic time intervals to ejection fraction in patients with cardiac disease. *Circulation* 1970; 43: 455-458.
22. Hooper RG, Whitcomb ME: Systolic time intervals in chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1978; 74: 286-289.

23. Alpert JS, Rickman FD, Howe JP, Dexter L, Dalen JE: Alternation of systolic time intervals in right ventricular failure. *Circulation* 1974; 50: 317-320.
24. Unger K, Shan D, Karliner JS, Crawford M, O'Rourke RA, Mose KM: Evaluation of left ventricular performance in acutely ill patients with chronic obstructive lung disease. *Chest* 1975; 68: 135-137.
25. Altschule MD: Cor pulmonale, a disease of the whole heart. *Dis Chest* 1962; 41: 398-402.
26. Kachel RG: Left ventricular function in chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1978; 74: 286-402.
27. Ahmed S, Levinson GR, Schwartz GS, Ettinger D: Systolic time intervals as measures of the contractile state of the left ventricular myocardium in man. *Circulation* 1972; 46: 559-563.
28. Fishman AP: The left ventricular in chronic bronchitis and emphysema. *New Eng J Med* 1971; 285: 402-405.
29. Schuren KP, Untlemaun U: Effect of respiratory and hemodynamics abnormalities on the electrocardiogram in chronic obstructive lung disease. *Respiration* 1973; 30: 234-236.
30. Kilkoynne MM, Davis BL, Ferrer MI: A dynamics electrocardiographic concept useful in the diagnosis of cor pulmonale. *Circulation* 1970; 42: 903-906.
31. Krayenbuehl HP, Turina J, Hess O: Left ventricular function in chronic pulmonary hypertension. *Am J Cardiol* 1978; 41: 1150-1153.
32. Brinker JD, Weiss JL, Rabson JL, Summer WR, Permutt S, Weisfeldt M: Left ward septal displacement during right ventricular loading in man. *Circulation* 1980; 61: 626-630.