

Informe de la Sociedad Internacional y de la Federación de Cardiología

Recomendaciones del Grupo de Tareas de la OMS para la estandarización de las medidas efectuadas en ecocardiogramas en modo M

Report of the Joint International Society and Federation of Cardiology World Health Organization Task Force on recommendations for standarization of measurements from M-mode echocardiograms

ROBERT A. O'ROURKE, M.D.
(Task Force Chairman)

PETER HANRATH, M.D.

WALTER N. HENRY, M.D.

PAUL G. HUGENHOLTZ, M.D.

ZBYNEK PISA, M.D.

(Ex-officio)

JOS ROELANDT, M.D.

MOTONAO TANAKA, M.D.

Recibido para su publicación: 2/1984

Aceptado: 3/1984

An ISFC/WHO Task Force has developed recommendations for the site and method of measuring distances from the M-mode echocardiogram based on expert advice from echocardiographers throughout the world. Specific recommendations are made concerning commonly obtained measurements and references to normal values are given. The guidelines have been developed in an attempt to provide uniformity in M-mode

Un grupo de trabajo dependiente de la Sociedad Internacional y de la Federación de Cardiología, de la OMS, ha efectuado recomendaciones en un informe redactado por un grupo de expertos para fijar con precisión la metodología y los lugares del trazado ecocardiográfico en modo M en los cuales deberán efectuarse las mediciones, basándose en las conclusiones de ecocardiografistas de todo el mundo. Se efectuaron recomendaciones específicas con respecto a las medidas comúnmente obtenidas y a las referencias; fueron señalados para ello los valores considerados normales. Fueron descritos también la metodología empleada y los valores normales hallados con el objeto de lograr uniformidad en las mediciones de los diferentes laboratorios de ecocardiografía en modo M. Se consideró no obstante que es razonable que exista un cierto grado de flexibilidad, particularmente necesaria al considerar los diferentes equipos que se utilizan en los estudios de investigación. Se propor-

Address for reprints:

Elliot Rapaport, M.D.

Chairman, Council on Clinical
Cardiology

International Society and Federation
of Cardiology

c/o Cardiology Service

Room 5G1

San Francisco General Hospital

San Francisco, California 94110

echocardiographic laboratory measurements, but some flexibility is reasonable, particularly when necessary due to the available equipment or for research studies. References are provided concerning other echocardiographic measurements that are usually not made in routine clinical echocardiographic laboratories but which may provide additional information in certain laboratories and in certain disease states.

M-mode echocardiography is a useful non-invasive technique for obtaining linear measurements of cardiac chamber size, wall-thickness, wall motion, great vessel dimensions and valve motion.

Recommendations for the standardization of measurement sites on the M-mode echocardiogram and of the methods for making such measurements have been made by the American Society of Echocardiography¹ and by the Working Group in Echocardiography of the European Society of Cardiology.²

Utilizing these two reports and additional input from international experts on M-mode echocardiography, the ISFC/WHO task force has reached a consensus concerning the preferred methods of obtaining optimal measurements by M-mode echocardiography and their use.

Details are provided concerning commonly used measurements by M-mode echocardiography and other, less frequently used, quantitative information obtainable from M-mode echograms is mentioned briefly.

GENERAL CONSIDERATIONS

It must be emphasized that the accuracy of M-mode echocardiographic measurements is only as good as the technical quality of the tracings from which the data are obtained. Such measurements can only be made from M-mode echocardiograms which have a simultaneous recorded standard ECG lead II or an alternative limb lead with a clear QRS deflection. Recording speed should be 50 mm/s for measurements of structures and 100 mm/s for timing of

cionaron asimismo las referencias acerca de otras mediciones ecocardiográficas que no se realizan de rutina en los laboratorios de ecocardiografía clínica pero que pueden agregar información adicional a ciertos laboratorios y ser útiles en el estudio de ciertas enfermedades.

La ecocardiografía en modo M es una técnica útil, no invasiva, para efectuar mediciones del tamaño de las cámaras cardíacas, del espesor de sus paredes, del movimiento de éstas, las dimensiones de los grandes vasos y el movimiento valvular.

Las recomendaciones para la estandarización de los lugares adecuados en los trazados para efectuar las mediciones con el eco en modo M y la metodología para efectuarlas fueron efectuadas por la Sociedad Americana de Ecocardiografía¹ y por el Grupo de Trabajo en Ecocardiografía de la Sociedad Europea de Cardiología.²

Con la utilización de estos dos informes y la colaboración adicional de expertos internacionales en ecocardiografía en modo M, la ISFC/WHO, Grupo de Tareas, logró acuerdo en lo referente a los métodos de preferencia para obtener mediciones óptimas mediante el uso de la ecocardiografía en modo M.

En este informe se proporcionan los detalles vinculados con las mediciones utilizadas comúnmente en la ecocardiografía en modo M y también otras de empleo menos frecuente. Se menciona brevemente la información que en el aspecto cuantitativo puede obtenerse con ecocardiogramas en modo M.

CONSIDERACIONES GENERALES

Debe señalarse que la precisión de las mediciones ecocardiográficas en modo M será confiable en proporción directa a la calidad técnica de los trazados que se obtengan. Estas mediciones pueden realizarse solamente en ecocardiogramas en modo M que posean un registro simultáneo de la derivación estándar II del electrocardiograma o como alternativa una derivación de los miem-

cardiac events.

Calibration markers should be included on the tracing that are 0.5 to 1 cm apart in depth and 0.5 seconds apart in width. The calibration marker is corrected by using the propagation velocity of ultrasound passing through the blood in healthy subjects.³ Acoustic theory indicates that measurements should be made from the leading edge of echoes, because this eliminates the influence of pulse length and other instrument characteristics.²

Limitations of M-mode echocardiography include the constraint that measurements can only be made along the axis of the sound beam which can be placed in a finite number of directions through a structure from the chest wall.⁴⁻¹¹ For example, measurements of the left ventricular (LV) internal dimension (septum to posterior wall) at end-diastole and end-systole from a parasternal transducer position may indicate normal and abnormal ventricular function in that one chord which does not reflect global ventricular performance.

Such inaccuracies are particularly likely when abnormal segmental wall motion occurs in other areas of the LV such as in patients with ischemic heart disease.^{5, 7, 10}

Also, M-mode echocardiographic measurements of LV internal dimensions and extent of shortening in patients with spherical dilatation of the LV often are erroneous because the contribution of base-apex axis and its shortening is more important than in normal size ventricles for determining LV size and systolic function.⁹

Furthermore, in patients with large left ventricles, the variance in measurements of LV size and function increases considerably.

The precise timing of cardiac hemodynamic events (e.g. LV end-diastolic and end-systolic dimensions) by M-mode echocardiography is difficult. This has led to multiple different criteria for timing the measurements of cardiac dimensions in relation to the cardiac cycle.

In some cases, a direct or indirect indicator of LV mechanical events (indirect carotid pulse, apexcardiogram, phonocardiogram) is recorded simultaneously with the M-mode echocardiogram to determine the point in time for making echocardiographic measurements.^{12, 13} However,

broos con una deflexión clara del QRS. La velocidad de registro debe ser de 50 mm/seg para la medida de estructuras y de 100 mm/seg para el cronometraje de los eventos cardíacos.

Deben incluirse en el trazado las marcas de calibración que se inscriben con una separación de 0,5 a 1 cm en profundidad y de 0,5 cm de ancho. La marca de calibración se corrige utilizando la velocidad de propagación del ultrasonido cuando pasa a través de la sangre en sujetos sanos.³ La teoría acústica indica que las mediciones deben efectuarse desde el extremo definido de los ecos debido a que esto elimina la influencia de la longitud del pulso y otras características instrumentales.²

Entre las limitaciones de la ecocardiografía en modo M se incluye el hecho de que las mediciones sólo puedan ser efectuadas a lo largo del eje del haz de ultrasonido; éste puede ser solamente ubicado en un número limitado de direcciones a través de una estructura como la pared torácica.^{4, 11} Como una consecuencia de lo anterior debe destacarse que las mediciones de la dimensión interna del ventrículo izquierdo (desde el septum hasta la pared posterior), durante los períodos de fin de diástole y de fin de sístole desde una posición paraesternal del transductor, pueden indicar alternativamente una función ventricular normal o anormal debido a que una cuerda geométrica o un segmento no pueden reflejar exactamente la función ventricular global.

Estas inexactitudes son particularmente probables cuando se produce movimiento parietal segmentario anormal en otras áreas del ventrículo izquierdo, tal como ocurre en pacientes con cardiopatía isquémica.^{5, 7, 10}

De la misma manera, las mediciones ecocardiográficas en modo M sobre las dimensiones internas del ventrículo izquierdo y su grado de acortamiento en pacientes con dilatación esférica del mismo son a menudo erróneas. Esto se debe al hecho de que el eje base-ápex y su acortamiento son más importantes en este caso que en los ventrículos de tamaño normal para la determinación del tamaño ventricular izquierdo y su función sistólica.⁹

También en aquellos pacientes cuyos ventrículos izquierdos son grandes, la variación en las medidas del tamaño ventricular y su función

this method is not applied in many echocardiographic laboratories.

Even then, there may be a variable time delay between the true hemodynamic event and its representation by the direct or indirect recording that is used as a reference for timing purposes.

The application of computer processing to the M-mode echocardiogram has increased considerably and the use of digitized tracings for measuring dimensions, movement and velocities of various cardiac structures is becoming commonplace.¹⁴ Therefore, well defined criteria for making such measurements should be established.

There has been considerable controversy concerning the timing of LV end-diastole and end-systole in order to measure LV internal dimensions at these moments in the cardiac cycle. End-diastole has been standardized as the onset of the Q-wave of the ECG or the onset of mechanical activity as defined from a simultaneous recorded apexcardiogram or LV pressure tracing. The peak of the R-wave of the ECG has been commonly used, but this occurs at a variable time in the electromechanical interval.

The maximum LV dimension (commonly used in computer measurements) can be clearly defined but includes an unknown quantity resulting from geometrical rearrangement of the LV during isovolumic contraction. *Therefore, for routine echocardiographic measurements, it seems preferable to make end-diastolic measurements at the onset of the QRS complex of the electrocardiogram.*

LV end-systole cannot be defined physiologically at one precise time from the M-mode echocardiogram. The smallest LV dimension (often used for computer purposes), the nadir of septal motion and peak anterior movement of the posterior LV wall all have a variable time relation with one another. This variability is compounded in the presence of LV regional contraction and relaxation abnormalities.

The aortic component of the second heart sound (A₂) on the simultaneously recorded high-frequency phonocardiogram is a relatively good landmark for the end of LV systole and this time point should be used for end-systole

dan valores considerablemente aumentados.

La cronología precisa de los eventos cardiodinámicos, por ejemplo la determinación de las dimensiones del fin de sístole-diástole, ofrece algunas dificultades con la ecocardiografía en modo M. Esto ha llevado al desarrollo de criterios diferentes múltiples para precisar la cronología en la medición de las dimensiones del corazón en relación con el ciclo cardíaco.

En algunos casos se registra simultáneamente con el ecocardiograma en modo M un indicador directo o indirecto de los eventos mecánicos ventriculares izquierdos (pulso carotídeo indirecto, apexcardiograma, fonocardiograma), para determinar el punto preciso para efectuar las mediciones ecocardiográficas.^{12,13} Este sistema no es aplicado sin embargo por muchos laboratorios ecocardiográficos.

Cuando se emplea aquel método puede existir no obstante un tiempo variable de retraso entre el verdadero evento hemodinámico y su representación gráfica mediante el registro directo o indirecto que se utiliza como referencia para propósitos de cronometraje.

La aplicación de procedimientos computarizados a la ecocardiografía en modo M ha aumentado considerablemente, y el uso de trazados digitales para la medida de dimensiones, movimiento y velocidades de varias estructuras cardíacas se está convirtiendo en un hecho común.¹⁴ Se hace imprescindible entonces establecer criterios bien definidos para efectuar las mediciones.

Ha existido una controversia considerable con referencia a la ubicación en el tiempo del fin de sístole y de diástole del ventrículo izquierdo para medir las dimensiones internas de éste en esos diferentes momentos del ciclo cardíaco. El fin de diástole se ha fijado en forma estándar en el origen de la onda Q del electrocardiograma o el comienzo de la actividad mecánica que se obtiene del registro simultáneo de un apexcardiograma o de un trazado de presión del ventrículo izquierdo. La cúspide de la onda R del electrocardiograma ha sido utilizada comúnmente aunque se inscribe en un tiempo variable del intervalo electromecánico.

La dimensión ventricular izquierda máxima (comúnmente utilizada en mediciones de compu-

when possible. However, many laboratories do not record a simultaneous phonocardiogram with the M-mode echocardiogram.

When a phonocardiographic recording of A₂ is not available, the method of preference is *to measure LV end-systole as the smallest dimension between the septum and posterior LV wall*, even though this may not occur precisely at the time of end-systole, particularly in patients with wall motion abnormalities.

For research purposes, measurements of ventricular end-diastole and end-systole may be made at a point in time different from the preferred methods listed above. However, in each case this should be justified by the echocardiographer, with a rationale given for the deviation from the preferred method.

COMMONLY USED MEASUREMENTS

The following measurements are obtainable from complete M-mode echocardiographic studies of adequate quality and are commonly reported. Additional measurements, also useful to the echocardiographer but not recorded as often, are listed later.

Aortic root

Aortic root diameter should be measured from the anterior margin of the anterior aortic wall to the anterior echo of the posterior wall at the onset of the QRS complex and at the level where both aortic cusps are visualized.

Left atrium

The left atrial dimension should be measured from the anterior edge of the posterior aortic wall (thus including the thickness of the aortic wall), to the leading edge of the left atrial posterior wall on the same beat as that used for measurement of the aortic dimension.

The point in time for measuring the left atrial dimension is the peak anterior movement of the aorta. Identification of the posterior left atrial wall is only possible when its continuity with the LV posterior wall has been demonstrated by an M-scan.

tación) puede ser claramente definida pero es necesario considerar el hecho de que en esta medida se incluye un margen desconocido de error que resulta de una acomodación geométrica del ventrículo izquierdo durante la contracción isovolumétrica. *Por lo tanto, para las mediciones ecocardiográficas de rutina parece preferible realizar las correspondientes al período de fin de diástole en el comienzo del complejo QRS del electrocardiograma.*

El período de fin de sístole no puede ser definido fisiológicamente en un momento preciso por medio del ecocardiograma en modo M. La dimensión ventricular izquierda más pequeña (utilizada a menudo para propósitos de computación), el nadir del movimiento septal y el movimiento anterior pico de la pared posterior del ventrículo izquierdo tienen todos una relación variable de tiempo entre sí. Esta variabilidad se encuentra combinada en presencia de anomalías regionales de contracción y relajación.

El componente aórtico del segundo ruido cardíaco (A₂) en el fonocardiograma de alta frecuencia registrado simultáneamente con el ecocardiograma es un marcador relativamente bueno para determinar el fin de sístole ventricular izquierdo. Este evento debería ser utilizado entonces para determinar el fin de sístole siempre que sea posible. Muchos laboratorios, sin embargo, no efectúan el registro simultáneo del fonocardiograma con el eco en modo M.

Cuando no sea posible efectuar el registro fonocardiográfico de A₂, el método de preferencia consistirá en la medición del fin de sístole ventricular izquierdo como la dimensión más pequeña entre el septum y la pared posterior del ventrículo izquierdo, aunque esto pueda no ocurrir exactamente en el momento del fin de sístole, particularmente en aquellos pacientes que presenten anomalías del movimiento parietal.

Con fines de investigación, las medidas de fin de sístole y de diástole ventricular pueden ser efectuadas en un registro de tiempo que difiere de los métodos analizados arriba. No obstante, en cada caso esto debe ser justificado por el ecocardiografista con una explicación adecuada acerca del porqué de la no utilización del método preferencial descripto.

Left ventricle internal dimensions

The end-diastolic dimension should be measured from a high quality M-mode echocardiogram that shows good visualization of right and left septal surfaces as well as the endocardial and epicardial surfaces of the posterior wall. The dimension should be measured as the distance from the leading edge of the left septal echo to that of the posterior wall endocardium at the time of the onset of the Q wave of the ECG. The dimension should be measured at end-expiration and as the average of at least five beats. Because of the large beat to beat variability with digitized data, the mean value of at least five digitized beats also should be used with this method.¹⁵

To obtain these measurements, the transducer should be perpendicular to the chest wall or pointed slightly inferiorly and laterally at the end of a long axis sweep.⁴ The measurements should be made at the level of the chordae in older children, adolescents and adults, and at the tips of the mitral valve leaflets in infants and young children because of the size of the mitral valve apparatus relative to the LV cavity size.¹

The end-systolic internal dimension should be made from the leading edge of the left side of the septum, to the leading edge of the posterior LV wall endocardium at the onset of A₂ on a simultaneous phonocardiogram. When this timing marker is unavailable, the smallest LV dimension is preferable to other methods of defining end-systole.

Septal thickness

The septal thickness should be measured at end-diastole and end-systole at the same time in the cardiac cycle as the measurements of LV dimensions. It is the distance between the leading edges of endocardial echoes from the right and left side of the clearly visualized septum.

Posterior wall thickness

The same method is used as for septal thickness with the measurement being the distance between the leading edge of the endocardial and epicardial echoes of the posterior wall. It is necessary to use a recorder with adequate

MEDIDAS UTILIZADAS COMUNMENTE

Las siguientes medidas pueden obtenerse de estudios ecocardiográficos completos en modo M de calidad adecuada y son las que se informan habitualmente.

Son también de utilidad algunas medidas adicionales para el ecocardiografista, aunque su registro no sea frecuente. Se las enumerará más adelante.

Raíz aórtica

El diámetro de la raíz aórtica debe medirse desde el margen anterior de la pared anterior de la aorta hasta el eco anterior de la pared posterior al comienzo del complejo QRS y a un nivel donde se visualicen ambas valvas aórticas.

Aurícula izquierda

La dimensión de la aurícula izquierda debe calcularse desde el borde anterior de la pared posterior de la aorta (incluyendo de esta manera el espesor de la pared aórtica) hasta el borde nítido de la pared posterior de la aurícula izquierda en el mismo complejo utilizado para la medida de la dimensión aórtica.

La señal cronológica para la medida de la dimensión auricular izquierda es el movimiento anterior pico de la aorta. La identificación de la pared posterior auricular izquierda es sólo posible cuando su continuidad con la pared posterior ventricular izquierda ha sido identificada mediante una exploración o barrido ecocardiográfico en modo M.

Dimensiones internas del ventrículo izquierdo

La dimensión correspondiente al fin de diástole debe obtenerse a partir de un eco en modo M que posea buena calidad, permitiendo así una buena visualización de las superficies septales derecha e izquierda, así como las superficies endocárdica y epicárdica de la pared posterior. La dimensión debe calcularse como la distancia que se extiende desde el borde nítido del eco septal izquierdo hasta la pared posterior del miocardio en el momento de comienzo de la onda Q del electrocardiograma. La medida debe tomarse al fin de la espiración y como promedio final de cinco complejos. Como consecuencia de la gran variabilidad que existe entre latido y la-

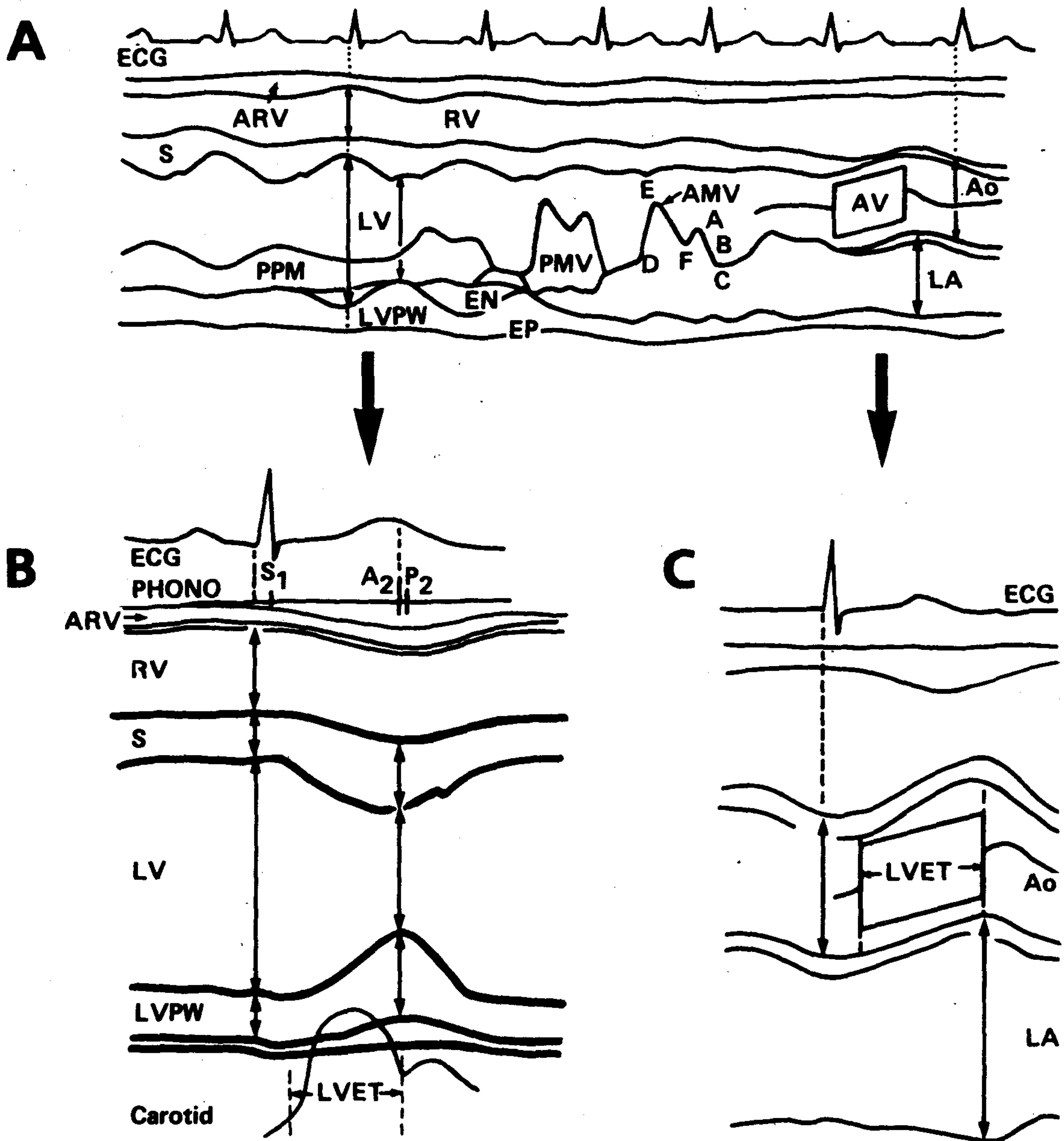


Fig. 1. *Panel A*: schematic representation of an M-mode echocardiographic sweep from the level of the left ventricular (LV) papillary muscles (PPM) to the aorta (Ao) and left atrium (LA). *Panel B*: chord at which measurements of ventricular dimensions are made. *Panel C*: echocardiographic sites and timing for measurements of Ao and LA. — ECG: electrocardiogram; ARV: anterior right ventricle; S: septum; LVPW: left ventricular posterior wall; PMV: posterior mitral leaflet; AMV: anterior mitral leaflet; EN: endocardium; EP: epicardium; AV: aortic valve; LVET: left ventricular ejection time.

Fig. 1. *Panel A*: representación esquemática de un barrido ecocardiográfico en modo M desde el nivel de los músculos papilares (MP) del ventrículo izquierdo hasta la aorta (Ao) y aurícula izquierda (AI). *Panel B*: cuerda utilizada para efectuar las mediciones sobre las dimensiones ventriculares. *Panel C*: localizaciones ecocardiográficas para el estudio cronológico de Ao y AI. — ECG: electrocardiograma; ARV: ventrículo derecho, anterior; S: septum; LVPW: pared posterior del ventrículo izquierdo; PMV: valva posterior de la mitral; AMV: valva anterior de la mitral; EN: endocardio; EP: epicardio; AV: válvula aórtica; LVET: tiempo de eyección ventricular izquierdo.

dynamic range to show endocardial and epicardial echoes and to distinguish the latter clearly from those arising from parietal pericardium.

Right ventricle

The right ventricular anterior wall can be measured from some M-mode echocardiograms when the epicardial and endocardial surfaces can be brought out by damping near field gain from the high frequency transducer. When obtainable, the anterior wall thickness should be measured at the onset of the ECG QRS complex in the same plane as the LV dimensions.

The right ventricular cavity dimension should be measured only when the right side of the septum and the endocardium of the right ventricular anterior wall are clearly visualized and in the usual plane passing through the LV, either at the mitral valve level, in infants and young children and at the chordal level in older children and adults.

The right ventricular dimension should be measured at end expiration and from at least five beats when measured by hand or when obtained from digitized data. This dimension increases by approximately 10% when the patient is turned to a left lateral position or during inspiration.

Normal values

For these commonly obtained measurements from M-mode echocardiograms have been established in several laboratories¹⁶⁻²⁰ and in some cases have been confirmed with near-simultaneous measurements by other non-invasive or invasive techniques. However, these reference values apply to the populations that have been studied and must be used cautiously in other populations.

Whenever possible, laboratories should establish the normal mean values and standard deviations for their population.

Whether or not echocardiographic measurements should be corrected for body surface area remains controversial. Such normalization appears unnecessary in the majority of adult patients but may be useful in assessing echocardiographic measurements in very small or very large adults and in children.

tido según datos digitales, se adoptó el valor promedio de cinco complejos con este método.¹⁵

Para efectuar estas medidas el transductor debe ser ubicado perpendicularmente a la pared torácica o dirigido algo inferior y lateralmente al final del barrido de un eje largo.⁴ Las medidas deben realizarse a nivel de las cuerdas tendinosas en niños mayores, adolescentes y adultos, y sobre los extremos de las valvas mitrales en infantes y niños pequeños debido al tamaño del aparato valvular mitral en relación con el tamaño de la cavidad del ventrículo izquierdo.¹

La medida del fin de sístole debe efectuarse desde el borde nítido en el lado izquierdo del septum hasta el similar del endocardio de la pared posterior del ventrículo izquierdo durante el comienzo de A2 en un fonocardiograma simultáneo. Cuando no pueda utilizarse esta referencia cronológica, la dimensión más pequeña obtenida es un valor preferible a otros métodos utilizados como definición del fin de sístole.

Espesor septal

Puede ser determinado en el fin de sístole y de diástole al mismo tiempo en el ciclo cardíaco, del mismo modo que las dimensiones del ventrículo izquierdo pueden ser definidas como la distancia entre los bordes nítidos de los ecos endocárdicos del lado izquierdo y derecho del septum claramente visualizados.

Espesor de la pared posterior

Se emplea el mismo método utilizado para medir el espesor septal; consiste en la determinación de la distancia entre el borde nítido de los ecos endocárdicos y epicárdicos de la pared posterior. Es necesario emplear un registrador que posea un rango dinámico adecuado para poner en evidencia ecos endocárdicos y epicárdicos y para distinguir claramente los últimos de aquellos que se originan en el pericardio parietal.

Ventrículo derecho

La pared anterior ventricular derecha puede ser medida en algunos ecocardiogramas en modo M cuando las superficies epicárdica y endocárdica pueden ser visualizadas mediante la atenuación de la ganancia del campo próximo en el

Correction for BSA, however, may be useful in comparing normal values in different regions in the world.

Measurements of the LV "minor axis" internal dimension at end-diastole and end-systole correlate well with the same measurements obtained from LV cineangiograms. From the direct measurements, several estimates of chamber size or function can be calculated.

However, the calculation of LV volumes and ejection fraction from M-mode echocardiograms is unnecessary and often inaccurate.

In patients without segmental wall motion disorders, the percent shortening of the left ventricular internal dimension (end-diastolic minus end-systolic dimension divided by end-diastolic dimension) correlates well with the ejection fraction as determined by left ventricular cineangiography, even though the standard error of the estimate is large.

When the LV ejection time is recorded as the time from the opening to closing of the aortic leaflets by M-mode echocardiography or from a simultaneously recorded indirect carotid arterial pulse tracing, the mean rate of LV internal dimension shortening can be calculated. This measurement in patients without segmental LV disease correlates well with the same measurement obtained by cineangiography.⁸ However, measurements of systolic function by M-mode echocardiography are often inaccurate in patients with marked dilatation of the left ventricle.⁹

SECONDARY MEASUREMENTS

Multiple other M-mode echocardiographic measurements can be obtained but are less commonly used and often require computer-aided analysis.²¹⁻²⁷

Secondary measurements include the amplitude of mitral valve opening (largest on excursion), the septal-mitral valve E point separation (inversely related to ejection fraction in certain groups of patients), the velocity of septal and LV wall excursion, and the rate of diastolic movement and thinning of the LV posterior wall.

transductor de alta frecuencia. Cuando el espesor de la pared anterior ha sido fijado, debe hacerse coincidir con el comienzo del complejo QRS del electrocardiograma, en el mismo plano utilizado para calcular las dimensiones del ventrículo izquierdo.

La dimensión de la cavidad ventricular derecha debe medirse solamente cuando el lado derecho del septum y el endocardio de la pared anterior del ventrículo derecho se visualicen claramente. Deberá utilizarse el plano habitual, pasando a través del ventrículo izquierdo, ya sea a nivel de la válvula mitral en infantes y niños pequeños, y a nivel de la cuerdas tendinosas en niños más grandes y adultos.

La dimensión ventricular derecha debe calcularse al final de la espiración y luego de al menos cinco complejos obtenidos manualmente o de datos digitales. Esta dimensión aumenta aproximadamente en un 10% cuando el paciente se ubica en una posición lateral izquierda o bien durante la inspiración.

Valores normales

Las medidas de uso habitual en ecocardiografía en modo M han sido establecidas por varios laboratorios y en algunos casos han sido confirmadas con otras mediciones casi simultáneas por medio de técnicas tanto invasivas como no invasivas. Sin embargo, estos valores de referencia se aplican específicamente a las poblaciones que fueron empleadas para estos estudios y deberán por lo tanto emplearse con cautela en otras poblaciones.

Siempre que sea posible los laboratorios deberían establecer los valores medios normales y las desviaciones estándar para sus respectivas poblaciones.

Es una cuestión aún controvertida si las mediciones obtenidas mediante la ecocardiografía deben ser corregidas de acuerdo con la superficie corporal. Esta normalización parece innecesaria en la mayoría de los pacientes adultos pero puede revestir utilidad para precisar las medidas ecocardiográficas en pacientes muy pequeños o de gran masa y en los niños.

La concepción para BSA, no obstante, puede ser de utilidad para efectuar la comparación de los valores normales en diferentes regiones del

Measurements of the mitral valve early diastolic closure rate (EF slope) are often difficult and the results depend upon multiple hemodynamic factors.^{25,26} However, this slope may indicate the magnitude of the diastolic pressure gradient in certain patients with mitral stenosis.

LV wall mass can also be calculated from measurements of ventricular dimension and wall thickness.

Some measurements not routinely obtained are particularly useful in certain disease states. An example is the measurement of the LV outflow tract dimension as the distance between the septum and the mitral leaflet at the C point in patients with hypertrophic cardiomyopathy.²⁷

A detailed discussion of all the potential measurements from M-mode echocardiograms and the parameters that can be derived from such measurements is beyond the scope of this report.

mundo.

Las medidas de la dimensión interna del ventrículo izquierdo en su "eje menor" durante el fin de diástole y fin de sístole se correlacionan adecuadamente con similares medidas tomadas de cineangiogramas del ventrículo izquierdo.

A través de las mediciones directas es posible efectuar varios cálculos estimativos del tamaño de la cámara o de su función; sin embargo el cálculo de los volúmenes del ventrículo izquierdo y de la fracción de eyección efectuado con la ecocardiografía en modo M es innecesario y a menudo inexacto.

En pacientes sin trastornos segmentarios de la motilidad parietal el porcentual de acortamiento de la dimensión interna ventricular izquierda (dimensión de fin de diástole menos la de fin de sístole dividida por la dimensión de fin de diástole) se correlaciona bien con la fracción de eyección según lo determina la cineangiografía ventricular izquierda y a pesar de que el error estándar del cálculo estimado sea considerable.

Cuando se registra el tiempo de eyección del ventrículo izquierdo como el tiempo que media entre la apertura y el cierre de las valvas aórticas mediante la ecocardiografía en modo M o de un registro simultáneo indirecto del trazado de un pulso arterial carotídeo, puede calcularse la cifra media de la dimensión interna de acortamiento del ventrículo izquierdo. Esta medida, en pacientes sin enfermedad ventricular izquierda segmentaria, se correlaciona bien con el resultado similar obtenido mediante cineangiografía.⁸ No obstante, las mediciones sobre función sistólica con la ecocardiografía en modo M son a menudo de poca precisión en aquellos pacientes con marcada dilatación del ventrículo izquierdo.⁹

MEDICIONES SECUNDARIAS

Con la ecocardiografía en modo M pueden también realizarse otras mediciones múltiples, aunque son utilizadas menos comúnmente en la rutina y requieren a menudo el análisis complementario de una computadora.^{21,27}

Las mediciones secundarias incluyen la aper-

tura de la válvula mitral (la mayor excursión de ésta), la separación de las valvas mitrales en su punto E (inversamente relacionada con la fracción de eyección en ciertos grupos de pacientes), la velocidad de excursión septal y del ventrículo izquierdo y la magnitud del movimiento diastólico y el adelgazamiento de la pared posterior del ventrículo izquierdo.

La medida del cierre diastólico temprano de la válvula mitral (pendiente EF) es a menudo difícil de obtener y los resultados dependen de múltiples factores hemodinámicos.^{25, 26} Esta pendiente puede indicar, sin embargo, la magnitud del gradiente de presión diastólica en ciertos pacientes con estenosis mitral.

La masa de la pared ventricular izquierda puede también calcularse a partir de las medidas sobre dimensión ventricular y espesor de la pared.

Algunas medidas no utilizadas en la rutina son particularmente útiles para el estudio de ciertas enfermedades, y como ejemplo de lo anterior se puede mencionar la medida de la dimensión del tracto de salida del ventrículo izquierdo; está considerada como la distancia entre el septum y la valva mitral en el punto C en pacientes con miocardiopatía hipertrófica.²⁷

Supera los propósitos de este informe una discusión detallada acerca de todas las mediciones potenciales que podrían efectuarse con la ecocardiografía en modo M, así como los signos que es dable obtener de aquéllas.

REFERENCES (BIBLIOGRAFIA)

1. Sahn DJ, DeMaría A, Kisslo J, Weyman AI: The Committee on M-mode Standardization of the American Society of Echocardiography: Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation* 58: 1072, 1978.
2. Roelandt J, Gibson DG: The Working Group in Echocardiography of the European Society of Cardiology. Recommendations for standardization of measurements from M-mode echocardiograms. *Eur Heart J* 1: 375, 1980.
3. Goss SA, Johnston RL, Dunn F: Comprehensive compilation of empirical ultrasonic properties of mammalian tissue. *J Acoust Soc Am* 64: 423, 1978.
4. Popp RL, Filly K, Brown OR, Harrison DC: Effect of transducer placement on echocardiographic measurement of left ventricular dimensions. *Am J Cardiol* 35: 537, 1975.
5. Teichholz LE, Kreulen T, Herman MV, Gorlin R: Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic-angiographic correlations in the presence or absence of asynergy. *Am J Cardiol* 37: 7, 1976.
6. Linhart JW, Mintz GS, Segal BL, Kawai N, Kotler MN: Left ventricular volume measurement by echocardiography: fact or fiction? *Am J Cardiol* 36: 114, 1975.
7. Henning H, Schelbert H, Crawford MH, Karliner JS, Ashburn W, O'Rourke R: Left ventricular performance assessed by radionuclide angiography and echocardiography in patients with previous myocardial infarction. *Circulation* 52: 1069, 1975.
8. Karliner JS, O'Rourke RA: Usefulness and limitations of assessment of internal shortening velocity by ultrasound in man. *Chest* 68: 361, 1975.
9. Johnson AD, Alpert JS, Francis GS, Vieweg VR, Ockene I, Hagan AD: Assessment of left ventricular function in severe aortic regurgitation. *Circulation* 54: 975, 1976.

10. Teichholz LE, Cohen MV, Sonnenblick EH: Study of left ventricular geometry and function by B-scan ultrasonography in patients with and without asynergy. *N Engl J Med* 291: 1220, 1974.
11. Roelandt J, van Dorp WG, Bom N, Laird JD, Hugenholtz PG: Resolution problems in echocardiology: a source of interpretation errors. *Am J Cardiol* 37: 256, 1976.
12. Martin CE, Shaver JA, Thompson ME, Reddy PS, Leonard JJ: Direct correlation of external systolic time intervals with internal indices of left ventricular function in man. *Circulation* 44: 419, 1971.
13. Shaver JA, Nadolny RA, O'Toole JD, Thompson ME, Reddy PS, Leon DF, Curtis EI: Sound pressure correlates of the second heart sound. *Circulation* 49: 316, 1974.
14. Friedman MJ, Sahn DJ, Burris HA, Allen HD, Goldberg SJ: Computerized echocardiographic analysis to detect abnormal systolic and diastolic left ventricular function in children with aortic stenosis. *Am J Cardiol* 44: 478, 1979.
15. Bett JHN, Dryburgh LG: Beat-to-beat variation in echocardiographic measurements of left ventricular dimensions and function. *J Clin Ultrasound* 9: 119, 1981.
16. Feigenbaum H: *Echocardiography*, third edition, p 549. Lea & Febiger, Philadelphia, 1981.
17. Crawford MH, Grant D, O'Rourke RA, Starling MR, Groves BM: Accuracy and reproducibility of new M-mode echocardiographic recommendations for measuring left ventricular dimensions. *Circulation* 61: 137, 1980.
18. Hagan AD, Deely WJ, Sahn DJ, Friedman WF: Echocardiographic criteria for the normal newborn infants. *Circulation* 48: 1221, 1973.
19. Epstein ML, Goldberg SJ, Allen HD, Konecke LL, Wood J: Great vessel, cardiac chamber and wall growth patterns in normal children. *Circulation* 51: 1124, 1975.
20. Gerstenblith G, Frederiksen J, Yin FCP, Fortuin NJ, Lakatta EG, Weisfeldt ML: Echocardiographic assessment of a normal adult aging population. *Circulation* 56: 273, 1977.
21. Konecke LL, Feigenbaum H, Chang S, Corya BC, Fischer JC: Abnormal mitral valve motion in patients with elevated left ventricular diastolic pressures. *Circulation* 47: 989, 1973.
22. Corya BC, Feigenbaum H, Rasmussen S, Black MJ: Anterior left ventricular wall echoes in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 34: 652, 1974.
23. Konecke LL, Feigenbaum H, Chang S, Corya BC, Fischer JC: Abnormal mitral valve motion in patients with elevated left ventricular diastolic pressures. *Circulation* 47: 989, 1973.
24. Massie BM, Schiller NB, Ratshin RA, Parmley WW: Mitral-septal separation: New echocardiographic index of left ventricular function. *Am J Cardiol* 39: 1008, 1977.
25. Quinones MA, Gaasch WA, Waisser E, Alexander JK: Reduction in the rate of diastolic descent of the mitral valve echogram in patients with altered left ventricular diastolic pressure-volume relations. *Circulation* 49: 256, 1974.
26. DeMaría AN, Miller RR, Amsterdam EA, Markson W, Maston DT: Mitral valve early diastolic closing velocity in the echocardiogram: relation to sequential diastolic flow and ventricular compliance. *Am J Cardiol* 37: 693, 1976.
27. Henry WL, Clark CE, Griffith JM, Epstein SE: Mechanism of left ventricular outflow obstruction in patients with obstructive asymmetric septal hypertrophy (idiopathic sub-aortic stenosis). *Am J Cardiol* 35: 337, 1975.