Aurícula Izquierda. Tamaño y Función Revisitados

Dr. Manuel Pinto S.

*Departamento de Cardiología. Laboratorio de Ecocardiografía.
Clínica Alemana de Santiago.*

Recibido el 23 de febrero de 2009. Aceptado el 06 de marzo de 2009

Rev Chil Cardiol 2009; 28: 97-101

El tamaño de la aurícula izquierda es considerado actualmente como un marcador de riesgo de eventos cardiovasculares adversos, y es conocido su valor pronóstico en la aparición de fibrilación auricular, accidente cerebrovascular, insuficiencia cardíaca congestiva, y de muerte de origen cardíaca^{1,2}.

El tamaño y función de aurícula izquierda (AI) son parte importante de la función global del sistema circulatorio, y particularmente de la función diastólica de ventrículo izquierdo, del cual es un biomarcador. Se considera que el volumen auricular refleja, en general, los efectos acumulativos de las presiones de llenado de VI en el tiempo.

La AI tiene un importante papel en el comportamiento global del sistema cardiovascular. Por un lado actúa como reservorio distensible que acomoda el volumen del retorno venoso pulmonar en esta cavidad y lo almacena durante la contracción y el período de relajación isovolúmico del VI. Una vez que se abre la mitral, la AI es un conducto que traslada su contenido al VI, gracias al gradiente de presión y la succión activa del VI, y después continúa pasivamente transfiriendo el flujo venoso durante la diástasis ventricular. Finalmente es una cavidad contráctil (función de bomba) que se vacía en forma activa, inmediatamente antes del comienzo de la sístole de VI, lo que en último término determina el volumen diastólico final. Estos mecanismos auriculares de reservorio, conducto y de bomba, son los que facilitan la transición entre el flujo casi continuo de la circulación pulmonar, al flujo intermitente del llenado VI. Normalmente la contribución

relativa de cada uno de ellos es de 40%, 35% y 25% respectivamente. Sin embargo, estos porcentajes pueden cambiar dependiendo de las condiciones del llenado ventricular. Así por ejemplo la falla de relajación se asocia a disminución de la función de conducto y a aumento de las fases de reservorio y contracción debido a disminución del gradiente aurículo ventricular durante la proto diástole. A medida que la disfunción diastólica se acentúa y progresa a un llenado seudonormal, o bien restrictivo, la contribución del mecanismo de conducto aumenta significativamente mientras que los de reservorio y contracción se deprimen considerablemente^{3,4}.

En este número de la Revista Chilena de Cardiología se comunica por Zapata y cols.^{4a}, un método de valoración de la función auricular izquierda a propósito del cual se comentan someramente diversos métodos utilizados en su estudio. Finalmente, terminaremos con algunos comentarios sobre este trabajo.

De los métodos invasivos de estudio de la función de AI el más conocido es el de la relación presión-volumen, que implica la introducción de un catéter en la cavidad auricular izquierda para obtener un registro preciso de las ondas de presión³. La combinación de las ondas de presión y volumen, da origen a gráficos de presión-volumen compuestos de un loop A y loop V. El componente activo del gráfico, que es el loop A y que se dirige en dirección contraria a los punteros del reloj, representa la función de bomba de AI. El componente pasivo, el

Correspondencia: Dr. Manuel Pinto S.
Depto. de Cardiología,
Laboratorio de Ecocardiografía
Clínica Alemana de Santiago
Correo Electrónico: mpinto@alemana.cl

loop V, procede en dirección horaria y representa la función de reservorio de la AI. La función contráctil de AI está determinada por la contractilidad de sus fibras miocárdicas y por la presión intraauricular en el comienzo de la sístole auricular (precarga auricular). De acuerdo con la ley de Frank-Starling, el aumento de la presión y el mayor estiramiento secundario de las fibras resulta inicialmente en aumento de la contribución auricular al llenado del VI, debido al incremento de la contractilidad. Sin embargo, debido a la mantención o deterioro de esta situación, el miocardio auricular sufre un proceso miopático, o de sobredistensión, de las fibras que desembocan en depresión de la función contráctil, a pesar del aumento de la precarga auricular. Debido a su naturaleza invasiva, este método está restringido al ámbito investigacional.

En la práctica, en el estudio de función AI los más usados son los métodos no invasivos que permiten también un registro simultáneo y continuo del volumen AI, especialmente los ecocardiográficos tanto bidimensionales como tridimensionales. Sin embargo, también existen otros métodos tales como, tomografía computada, resonancia nuclear magnética y de medicina nuclear a los que no nos referiremos.

La ecocardiografía bidimensional permite medir fácil y rápidamente el tamaño de la AI. En la actualidad, se recomienda la medición del volumen AI con método de Simpson biplano o el método de área-longitud, por ser más exactos y reproducibles que la dimensión antero posterior que fue utilizada por mucho tiempo. Esta medición se indexa por la superficie corporal, y se acepta en la actualidad un valor máximo normal de 28 ml/m^2 ⁶. Este método de determinación del volumen permite además el estudio de las diversas fases por las que transcurre la función AI. De esta forma, se obtienen tres mediciones volumétricas principales: el volumen máximo, que es aquel que ocurre justo antes de la apertura mitral ($\text{VolAI}_{\text{máx}}$), el volumen mínimo, en el momento del cierre mitral ($\text{VolAI}_{\text{mín}}$), y el volumen medio, antes de la onda P ($\text{VolAI}_{\text{medio}}$), lo que demuestra la función en fases de la AI. El volumen de vaciamiento total resulta de la diferencia entre $\text{VolAI}_{\text{máx}}$ y $\text{VolAI}_{\text{mín}}$, que en otras palabras corresponde al volumen de la fase de reservorio. El volumen de vaciamiento pasivo

deriva de la diferencia entre $\text{VolAI}_{\text{medio}}$ y $\text{VolAI}_{\text{mín}}$. El volumen o fracción de eyección de AI se define como la diferencia entre el volumen al comienzo de la onda P menos el volumen mínimo. El vaciamiento activo es un índice de la función de bomba, o contráctil, de AI.

El Doppler pulsado estudia el flujo de llenado transmitral que da importante información sobre la función auricular y diastólica de VI. Normalmente, está compuesto de una onda precoz E (llenado rápido) y una onda tardía A (contracción auricular). La magnitud de la primera onda transmitral E representa el llenado ventricular en la diástole precoz, que es un efecto combinado de la función pasiva de AI y activa de VI (succión), y es un índice de la relajación de este último. La onda E está disminuida precozmente en la falla de relajación de VI. El tiempo de desaceleración de la onda E (desde la velocidad máxima hasta la velocidad 0) es otro elemento que valora la relajación ventricular y que se prolonga si la relajación es anormal. La magnitud de la onda transmitral A se usa frecuentemente para evaluar la función contráctil de la AI y tiene relación con la distensibilidad ventricular. La onda A se hace más prominente a medida que aumentan las presiones de llenado de VI. La relación E/A describe la contribución auricular al llenado del ventrículo³.

El flujo de las venas pulmonares estudiado con Doppler pulsado en su desembocadura en la AI se usa frecuentemente como complemento en el estudio de la función auricular y diastólica de VI. Consiste en una onda positiva (onda S), que ocurre durante la sístole ventricular y refleja la función de reservorio de la AI. La segunda onda positiva, u onda D, que ocurre inmediatamente después de la apertura mitral, es un índice de la función de conducto de AI. El componente negativo, u onda Ar (reversa), representa la contracción auricular y se correlaciona con el volumen y la presión AI media.

La ecocardiografía 3D, después de la obtención de un "volumen completo" que incluye la AI, permite en forma semiautomática cuantificar tanto el volumen como la fracción de eyección auricular. Con este método se ha encontrado aumento del volumen AI indexado por superficie corporal en pacientes con disfunción diastólica mientras que la fracción de

eyección de AI está disminuida.

El Doppler tisular (DT) es otro de los métodos ecocardiográficos de estudio de la función auricular. Con el volumen de muestra ubicado en una de las paredes de AI se genera una curva de velocidad versus tiempo del miocardio auricular, ya sea en tiempo real o como resultado del post proceso de una imagen de DT color. Se obtienen así, una curva positiva sistólica auricular Sa, y dos curvas negativas: proto diastólica Ea y diastólica tardía Aa. Se cree que la medición de la onda Aa representa directamente la contracción longitudinal de la AI. Las ondas auriculares Sa y Ea representan la función pasiva de la AI^{7,8}. Además, en el postproceso de las imágenes DT color es posible obtener comparaciones simultáneas de las características de velocidad de la pared lateral libre de AI y del septum interauricular a igual altura. Normalmente las velocidades son mayores en los segmentos basales cercanos al anillo mitral y menores, a medida que se asciende hacia el techo de la aurícula. La velocidad miocárdica auricular registrada a nivel del segmento medio de la pared auricular, muestra mayor velocidad en la pared libre de la aurícula derecha y pared libre de AI, y menor en el septum interauricular.

La disminución de la distensibilidad ventricular (por ejemplo asociada a la edad o hipertrofia) produce un aumento de la presión auricular izquierda con el objeto de mantener el llenado del VI. El aumento secundario de la tensión de la pared AI resulta en estiramiento del miocardio auricular, dilatación, y aumento de la contractilidad AI de acuerdo a la ley de Frank-Starling. Esta ley ha sido confirmada por estudios efectuados con Doppler Tisular que mide directamente la velocidad máxima (Va) en los diversos segmentos de la AI. De hecho en mayores de 60 años la velocidad de las paredes de AI son significativamente mayores que en los menores de esa edad⁷. Esto también se ha encontrado con Doppler, que muestra aumento de la fase de vaciamiento activo (contracción auricular), que compensa la disminución de la fase de vaciamiento pasivo⁸.

Los estudios con DT auricular permiten además, estudiar en forma no invasiva el retardo electromecánico auricular que normalmente es más corto en

la aurícula derecha, luego en el septum interauricular, y más tardío en la pared lateral de AI¹⁰, lo que coincide con lo derivado de los estudios electrofisiológicos que indican que la activación auricular se origina en el nódulo sinusal situado en la aurícula derecha, atraviesa el septum interauricular y, finalmente, llega a la aurícula izquierda, siendo la diferencia entre ambas de 19 a 24 ms, lo que coincide con los estudios invasivos en normales¹¹.

Por otro lado, ubicando los volúmenes de muestra del DT en el anillo mitral lateral o medio, se obtienen ondas parecidas a las de las paredes auriculares. La onda A' del anillo mitral, se correlaciona con la velocidad máxima A del flujo transmitral, y la fracción auricular del llenado VI, está disminuida durante la disfunción auricular. La relación entre las ondas E del llenado mitral y la onda E' del anillo mitral (E/E') reflejan también las presiones de llenado de VI y se hace mayor a medida que estas aumentan.

Basados en la imagen DT color se pueden derivar otras modalidades para estudio auricular tanto global (desplazamiento del tejido o tissue tracking, y sincronía tisular, o tissue synchronyzation imaging), como para estudio auricular segmentario (strain o deformación y strain rate o velocidad de la deformación).

El strain y strain rate, que estudian la deformación miocárdica -en otras palabras la contracción de las fibras-, muestran que el acortamiento y distensión de las paredes auriculares son discordantes en cuanto a la dirección de la señal si se la compara con iguales señales en las paredes ventriculares durante la contracción ventricular. El strain es mejor como indicador de función segmentaria que el Doppler tisular, tanto en el ventrículo como en la aurícula, pues no está influenciado por la tracción que ejercen los segmentos vecinos, lo que sí afecta al DT.

La función AI en la fibrilación auricular es de particular trascendencia por su efecto en la morbilidad. Se ha observado que el inicio de esta arritmia se acompaña de disminución de la distensibilidad auricular y de aumento de la presión en la cavidad. Dada la ausencia de función contráctil, el gradiente AI-VI durante el diástole precoz, está aumentada por elevación de la presión AI para mantener el volumen expulsivo. La recuperación y mantención del ritmo

sinusal puede hacer desaparecer los efectos de la dilatación, la posibilidad de desarrollo de miocardiopatía auricular y disminuir la posibilidad de recaída de la arritmia. La velocidad miocárdica auricular estudiada con DT se ha encontrado disminuida en la FA. Con el uso de strain en las paredes de las aurículas, se ha encontrado que la deformación está ausente en esta arritmia. Esto puede reflejar disminución de la distensibilidad de las paredes, lo que está en relación con los hallazgos de depresión de las fases de reservorio y conducto, y de ausencia de la fase contráctil. El "atontamiento" auricular después de la cardioversión se sabe que puede durar semanas y se asocia a riesgo tromboembólico. Se ha demostrado mediante strain rate la gradual recuperación de la función contráctil de AI en FA crónica cardiovertida en las primeras cuatro semanas.

En la cardiopatía isquémica se ha observado con Doppler tisular disfunción de la contracción auricular en forma constante, tanto si hay o no antecedentes de infarto previo, o coexistencia con disfunción sistólica o disfunción diastólica de VI. Parece ser una característica precoz que ocurre antes de una disfunción sistólica evidente. Yu estudió en pacientes con cardiopatía isquémica conocida, la función contráctil de AI encontrando que la velocidad máxima estaba muy disminuida en el septum y pared lateral, aún en pacientes sin infarto previo⁸.

El trabajo de Zapata y cols (ver páginas 21-30), que se publica en este número fue meritoriamente efectuado en un medio no hospitalario, y como ellos bien anotan, es el primer trabajo ecocardiográfico en esta área de nuestro medio y probablemente de los pocos en la literatura que intenta relacionar la Ley de Frank-Starling con los volúmenes auriculares con eco bidimensional. El grupo de pacientes con volúmenes de AI mayores a 50 ml, en este trabajo, es evidentemente anormal. Si bien no se especifican claramente volúmenes indexados, el grupo 2 (volumen mayor a 50 ml) tiene valores promedio que se

pueden estimar gracias a la masa corporal anotada en alrededor de 34 ml/m², es decir, dilatados. Por otro lado, en estos pacientes sin insuficiencia cardíaca, tuvieron una relación E/A de 0,7 que sugiere compromiso inicial de la función diastólica (falla de relajación), aunque la masa ventricular izquierda indexada no alcance a indicar hipertrofia, que es su acompañante habitual. Si bien la cantidad de volúmenes auriculares y fracciones de vaciamiento, laboriosamente medidos en este trabajo, son evidencia de la complejidad de la función de AI, y pudieran desviar la atención del lector, resulta claro que los pacientes con aumento de volumen tienen depresión de la mayoría de los índices de función AI utilizados al compararse con el grupo control, lo que está de acuerdo con la literatura reciente en estudios efectuados con strain. Sin embargo, también muestran aumento inicial de la contractilidad auricular evidenciada por el aumento del volumen de vaciamiento activo en relación con el aumento de la precarga, tal como predice la ley de Frank-Starling.

La capacidad de los volúmenes auriculares, de discriminar entre la disfunción diastólica puramente ecocardiográfica y la insuficiencia cardíaca diastólica inicial, sin embargo, no ha sido posible. Una implicación de la existencia de la ley de Frank-Starling en la AI es su posible papel en la insuficiencia cardíaca, pues su puesta en marcha probablemente compense la carga hemodinámica inicial y, por lo tanto, prevenga o retarde la aparición de sus síntomas, por lo que podría tener implicaciones terapéuticas.

Las técnicas ecocardiográficas y Doppler actuales, permiten detectar y clasificar los grados de compromiso de la función diastólica de ventrículo izquierdo. Esto último funciona mejor con los pacientes sintomáticos y enfermedad más avanzada, por lo que el diagnóstico precoz de disfunción diastólica clínica se mantiene como un problema aún no resuelto para la cardiología actual. El estudio de la aurícula izquierda probablemente sea uno más de los eslabones que nos permita entender estos mecanismos.

Referencias

1. ABHAYARATNA WP, SEWARD JB, APPLETON CP, DOUGLAS PS, OH JK, TAJIK AJ, et al. Left atrial size:

physiologic determinants and clinical applications. J Am Coll Cardiol 2006; 47: 2357-63.

2. LAUKKANEN J.A., KURL S, ERÄNEN J, HUTTUNEN M, SALONEN JT. Left Atrium Size and the Risk of Cardiovascular Death in Middle-aged Men. *Arch Intern Med.* 2005; 165: 1788-1793.
3. PRIOLI A, MARINO P, LANZONI L, ZARDINI P. Increasing degrees of left ventricular filling impairment modulate left atrial function in humans. *Am J Cardiol* 1998; 82: 756-61.
4. ROSSI A, ZARDINI P, MARINO P. Modulation of left atrial function by ventricular filling impairment. *Heart Fail Rev* 2000; 5: 325-31.
- 4a. ZAPATA M, PIÑATS F, TORRES J. Relación inversa del volumen y función auricular izquierda en pacientes hipertensos sin insuficiencia cardíaca. *Unidad de Cardiología, Clínica Universidad de Chile, Quilín. Rev Chil Cardiol* 2009; 28: 21-30
5. PAGEL P, KEHL F, GARE M, HETTRICK DA, KERSTEN JR, WARLTIER DC. Mechanical Function of the Left Atrium: New Insights Based on Analysis of Pressure-Volume Relations and Doppler Echocardiography. *Anesthesiology.* 2003; 98: 975-994.
6. LANG RM, BIERIG M, DEVEREUX RB, FLACHSKAMPF FA, FOSTER E, PELLIKKA PA, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* 2005; 18: 1440-63.
7. ZHANG Q, KUM LC, LEE PW, LAM YY, WU EB, LIN H, et al. Effect of age and heart rate on atrial mechanical function assessed by Doppler tissue imaging in healthy individuals. *J Am Soc Echocardiogr* 2006; 19: 422-8.
8. YU CM, FUNG JW, ZHANG Q, KUM LC, LIN H, YIP GW, et al. Tissue Doppler echocardiographic evidence of atrial mechanical dysfunction in coronary artery disease. *Int J Cardiol* 2005; 105: 178-85.
- 9.- ANWAR A, GELEIJNSE M, SOLIMAN O, NEMES A, TEN CATE FJ. Left atrial Frank-Starling law assessed by real-time, three-dimensional echocardiographic left atrial volume changes. *Heart.* 2007; 93: 1393-1397.
11. SCHNEIDER C, MALISIUS R, KRAUSE K, LAMPE F, BAHLMANN E, BOCZOR S, et al. Strain rate imaging for functional quantification of the left atrium: atrial deformation predicts the maintenance of sinus rhythm after catheter ablation of atrial fibrillation. *European Heart Journal.* 2008; 29: 1397-1409.
12. LEUNG JM, BELLOWES WH, SCHILLER NB. Impairment of left atrial function predicts post-operative atrial fibrillation after coronary artery bypass graft surgery. *European Heart Journal.* 2004; 25: 1836-1844.