

Evaluación de las velocidades de pared de la aurícula izquierda mediante Doppler pulsado tisular. Una nueva aproximación al estudio de la función auricular

Matías Pérez-Paredes, Manuel González, José A. Ruiz Ros, Diego M. Giménez, Andrés Carnero, Andrés Carrillo, Tomás Cubero, Francisco R. Martínez-Corbalán y Francisco García Almagro

Unidad de Cardiología. Hospital Universitario Morales Meseguer. Murcia. España.

Introducción y objetivos. Analizar el perfil de velocidades de la pared auricular izquierda mediante Doppler pulsado tisular y su relación con los registros de Doppler convencional obtenidos a partir del flujo transmitral y de las venas pulmonares.

Pacientes y método. Estudiamos a 90 sujetos, 50 mujeres y 40 varones, con una edad de 48 ± 22 años. Se obtuvieron los patrones de Doppler pulsado tisular de la pared auricular izquierda. La población fue dividida en 2 grupos: grupo I (< 45 años) y grupo II (> 45 años). Se obtuvieron simultáneamente los registros de Doppler pulsado transmitral y de las venas pulmonares.

Resultados. El análisis con Doppler pulsado tisular de la pared auricular izquierda muestra una señal espectral trifásica, con una onda positiva A1, seguida de 2 ondas negativas (A2 y A3). En el grupo más joven (grupo I) se observa un patrón con una onda A2 prominente y una relación $A2/A3 > 1$. Con la edad (grupo II), el pico de velocidad de A2 disminuye y el de A3 aumenta, por lo que la relación $A2/A3$ se hace < 1 . No se observaron diferencias en las velocidades máximas de A1 entre ambos grupos ($13,5 \pm 3,9$ cm/s en el grupo I frente a $13,1 \pm 5,4$ cm/s en el grupo II; $p = 0,59$). Los patrones de Doppler transmitral y de pared auricular mostraron una concordancia significativa ($\kappa = 0,584$; $p < 0,0001$).

Conclusiones. Es posible estudiar de forma reproducible las velocidades de pared de la aurícula izquierda mediante Doppler pulsado tisular. Este análisis nos permite disponer de nuevos datos cuantitativos que quizá puedan ser de utilidad para el estudio de la función auricular.

Palabras clave: Aurícula. Ecocardiografía. Contractilidad.

Assessment of Left Atrial Wall Velocities by Pulsed Wave Tissue Doppler Imaging. A New Approach to the Study of Atrial Function

Introduction and objectives. To analyze the profile of left atrial wall velocities by pulsed wave tissue Doppler imaging, and to compare the relationship between these observations and the transmitral and pulmonary vein flow velocities obtained by conventional pulsed Doppler echocardiography.

Patients and method. We studied 90 patients (50 women and 40 men, mean age 48 [22] years). Pulsed tissue Doppler images of the left atrial wall were obtained and analyzed in all subjects. The study population was then divided in two groups: group I (age < 45 years) and group II (age > 45 years). Transmitral and pulmonary vein flow velocity tracings were obtained simultaneously by pulsed Doppler echocardiography.

Results. With pulsed tissue Doppler interrogation of the left atrial wall, a triphasic signal was recorded in all patients, consisting of a positive wave (A1) followed by two negative waves (A2 and A3). Younger subjects (group I) showed a pattern with a prominent A2 wave and an $A2/A3$ ratio > 1 . In older patients (group II) peak velocity of the A2 wave diminished and peak velocity of the A3 wave increased, so that the $A2/A3$ ratio was < 1 . We found no differences in peak velocity of the A1 wave between the two age groups (13.5 (3.9) cm/s in group I vs 13.1 (5.4) cm/s in group II; $P = .59$). Significant concordance was observed between the transmitral flow pattern and the left atrial pulsed tissue Doppler tracing ($\kappa = 0.584$; $P < .0001$).

Conclusions. Evaluation of the left atrial wall using pulsed tissue Doppler imaging is feasible and reproducible. Tissue Doppler imaging provides new quantitative insights of potential use in the assessment of left atrial function.

Key words: Atrium. Echocardiography. Contractility.

Full English text available at: www.revespcardiol.org

Correspondencia: Dr. M. Pérez-Paredes.
Laboratorio de Ecocardiografía. Unidad de Cardiología.
Hospital Universitario Morales Meseguer.
Avda. Marqués de los Vélez, s/n. 30008 Murcia. España.
Correo electrónico: matiasperez@medynet.com

Recibido el 3 de julio de 2003.

Aceptado para su publicación el 5 de agosto de 2004.

INTRODUCCIÓN

La función auricular ha sido estudiada bajo diferentes condiciones clínicas y experimentales. La contribución de la aurícula izquierda al llenado ventricular se

ABREVIATURAS

DPT: Doppler pulsado tisular.

ha utilizado para evaluar la función contráctil auricular^{1,2}. La estimación no invasiva de la contracción auricular izquierda se ha realizado usualmente mediante el estudio del flujo sanguíneo transmitral con Doppler pulsado convencional. Nuevas herramientas, como la detección automática de bordes, han permitido validar diversos índices de función auricular izquierda, tanto sistólicos como diastólicos³.

El Doppler pulsado tisular (DPT) es una herramienta de diagnóstico ecocardiográfico relativamente nueva que permite el análisis de señales Doppler de alta amplitud y baja frecuencia provenientes del músculo cardíaco⁴. Una excelente relación señal-ruido y la posibilidad del análisis cuantitativo de los datos otorgan nuevas y atractivas ventajas al DPT⁵. Esta técnica ha sido utilizada para evaluar las velocidades y los intervalos de tiempo de contracción y relajación de ambos ventrículos en diferentes situaciones clínicas⁶⁻¹⁰. Sin embargo, muy pocos trabajos nos han ofrecido datos cuantitativos de función auricular mediante este recurso¹¹.

Los objetivos del presente estudio fueron: *a*) analizar e intentar describir los patrones espectrales de DPT de la pared auricular izquierda; *b*) evaluar la reproducibilidad de la técnica, y *c*) estudiar la relación entre los patrones de DPT de la aurícula izquierda y los obtenidos mediante Doppler pulsado convencional a partir del flujo de llenado transmitral y de las venas pulmonares.

PACIENTES Y MÉTODO

Población de estudio

Estudiamos las velocidades de la pared auricular izquierda mediante DPT en un grupo consecutivo de sujetos seleccionados en el laboratorio de ecocardiografía cuando, independientemente del criterio de petición, los estudios ecocardiográficos eran informados como normales y había una correcta visualización de las paredes auriculares desde la aproximación ecocardiográfica apical de 4 cámaras. Los criterios de exclusión para formar parte del estudio fueron los siguientes: *a*) presencia de cardiopatía estructural; *b*) anomalías en el ECG basal, incluida la presencia de un ritmo distinto del sinusal, y *c*) registros espectrales inadecuados o de mala calidad, tanto de DPT como de Doppler pulsado convencional. Con el fin de obviar el efecto evolutivo de la edad, tanto sobre los patrones normales de Doppler pulsado espectral convencional

como, posiblemente, sobre los patrones de DPT auricular, la población de estudio fue dividida de forma arbitraria en 2 grupos: grupo I (edad < 45 años) y grupo II (edad > 45 años), de tal forma que el primero de ellos incluía a niños, adolescentes y adultos jóvenes y el segundo a adultos mayores y personas de edad avanzada. El Comité de Ética y Ensayos Clínicos del centro aprobó el estudio y se obtuvo el consentimiento informado en cada caso. Todos los estudios ecocardiográficos y Doppler fueron realizados por 2 observadores (MPP y DMG).

Ecocardiograma transtorácico

A todos los sujetos se les realizó un ecocardiograma bidimensional convencional completo. La dimensión anteroposterior de la aurícula izquierda se obtuvo en modo-M a partir del eje largo paraesternal. Se midieron los volúmenes telediastólico y telesistólico del ventrículo izquierdo en el plano apical de 4 cámaras y la fracción de eyección se calculó mediante la regla modificada de Simpson.

Adquisición del Doppler pulsado tisular de la pared auricular izquierda

Los estudios fueron realizados con un equipo Sonos 5.500 (Philips Medical System) mediante un transductor de banda ancha (S4 fusion imaging: 2-4 MHz) y almacenados digitalmente en disco magneto-óptico para su posterior análisis. Se ajustaron los filtros de la señal espectral del DPT con el fin de obtener un límite de Nyquist de ± 20 cm/s. Se minimizaron las ganancias para obtener una señal clara del tejido con el mínimo ruido de fondo. Todos los sujetos fueron estudiados en decúbito lateral izquierdo en la fase respiratoria de final de espiración y se utilizó el plano ecocardiográfico apical de 4 cámaras. La pared lateral de la aurícula izquierda se dividió en 3 segmentos: basal, medial y distal. La muestra de volumen del Doppler tisular se colocó en el centro de estos segmentos consecutivos para ser analizada. Se tuvo especial cuidado en colocar el volumen de muestra por dentro del borde endocárdico evitando la entrada de las venas pulmonares. La posición del transductor se ajustó para conseguir la mejor alineación posible con la pared auricular. En el momento de analizar la curva de DPT, el volumen de muestra se movía por fuera (epicardio) y por dentro del músculo de la pared auricular (cavidad auricular) para asegurar que el registro se obtenía en el centro de dicha pared. Igualmente, al analizar el segmento lateral basal de la aurícula izquierda se tuvo especial interés en alejarse del anillo valvular mitral, de forma que en todos los casos se comprobó que el registro obtenido difería en su morfología y velocidad del que se obtenía al colocar el volumen de muestra sobre el anillo mitral. Las medidas del DPT se determinaron realizando

do la media de los resultados obtenidos en los segmentos basal y medial de la pared lateral de la aurícula izquierda tras interrogar a cada uno de ellos en 3 ocasiones. El registro electrocardiográfico simultáneo permitió identificar las distintas fases de cada ciclo cardíaco para precisar el momento exacto de cada una de las señales Doppler.

Análisis de flujos mediante Doppler pulsado convencional

Los trazados del flujo transmitral se recogieron mediante Doppler pulsado espectral convencional desde el plano apical de 4 cámaras con la muestra de volumen colocada en el extremo libre de ambos velos mitrales. A final de espiración se obtuvieron los siguientes parámetros: velocidad de la onda E, velocidad de la onda A, relación E/A, tiempo de desaceleración de la onda E (pendiente desde el pico de la E hasta el valor de la línea de base) y tiempo de relajación isovolumétrico (intervalo desde el cierre de la válvula aórtica hasta el inicio del llenado ventricular). Igualmente, los registros de Doppler pulsado de la vena pulmonar superior izquierda se obtuvieron colocando el volumen de muestra aproximadamente 1 cm dentro de ésta. Todos los trazados se obtuvieron durante una fase de apnea. Las diferentes medidas llevadas a cabo en la vena pulmonar fueron: velocidad de la onda S, velocidad de la onda D, relación S/D y velocidad de la onda auricular retrógrada A'. Se calculó la media de al menos 3 latidos consecutivos. Los patrones de llenado utilizados para caracterizar la fisiología diastólica fueron: normal, alteración de la relajación, seudonormal y restrictivo, de acuerdo con los criterios ecocardiográficos convencionales¹².

Análisis estadístico

Los resultados se expresan como media \pm desviación estándar (DE). Se comprobó la normalidad de la distribución de todas las variables cuantitativas mediante el test de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de la t de Student. Se utilizó el test de la χ^2 para las variables cualitativas. Se obtuvieron las correlaciones entre las velocidades del DPT y de los flujos transmitral y de venas pulmonares mediante el test de correlación de Pearson. El coeficiente kappa se utilizó para estudiar la concordancia entre las velocidades auriculares obtenidas mediante DPT y las velocidades del flujo sanguíneo determinadas por Doppler espectral convencional (DPT auricular frente a flujo transmitral y DPT auricular frente a flujo de venas pulmonares). Se considera que el índice kappa indica un acuerdo moderado si es $> 0,4$, un acuerdo notable si es $> 0,6$, un acuerdo alto si es $> 0,8$ y acuerdo absoluto si es 1¹³. Todas las comparaciones fueron bi-

laterales y se consideraron significativos los valores de $p < 0,05$. Para evaluar la variabilidad interobservador, los datos fueron medidos por 2 observadores independientes. En 30 sujetos, un mismo observador repitió las medidas con el fin de calcular la variabilidad intraobservador. La variabilidad intraobservador e interobservador para las medidas de las velocidades del DPT auricular y de las velocidades de los flujos transmitral y de venas pulmonares se calcularon mediante el coeficiente de correlación intraclass. Los valores $< 0,4$ indican una baja fiabilidad; entre 0,4 y 0,75, una fiabilidad entre regular y buena, y $> 0,75$, una fiabilidad excelente¹⁴.

RESULTADOS

Características de la población

Las características demográficas y ecocardiográficas de la población de estudio se muestran en la tabla 1. Evaluamos a 110 sujetos y 90 entraron en el estudio: 50 mujeres y 40 varones con una edad media de 48 ± 22 años (rango, 9-75 años). Se rechazó a 20 sujetos debido a que los registros de DPT eran inadecuados. Pese a que los 2 grupos de estudio fueron bastante homogéneos, los sujetos del grupo II (edad > 45 años) mostraron una presión arterial sistólica más elevada y un mayor tamaño auricular. La edad se correlacionó estrechamente con el tamaño de la aurícula izquierda ($r = 0,7$; $p < 0,001$). Además se observaron diferencias en las velocidades de los flujos transmitral y de venas pulmonares en ambos grupos, tal como muestra la tabla 1.

TABLA 1. Características demográficas y ecocardiográficas en los 2 grupos

	Grupo I (n = 44)	Grupo II (n = 46)	p
Edad (años)	30	65	
Varones, n (%)	20 (45,5)	20 (43,5)	0,22
PAS (mmHg)	120 \pm 10	135 \pm 20	0,002
PAD (mmHg)	75 \pm 6	80 \pm 5	0,71
FC (lat/min)	70 \pm 10	71 \pm 11	0,57
Área superficie corporal (m ²)	1,94 \pm 0,20	1,90 \pm 0,23	0,17
FE (%)	65 \pm 5	62 \pm 4	0,44
Diámetro AI (modo-M) (mm)	31,6 \pm 4,1	42,5 \pm 5,8	0,000
Velocidad onda E (cm/s)	79,6 \pm 16,7	64,1 \pm 18,7	0,002
Velocidad onda A (cm/s)	50,9 \pm 9,0	68,9 \pm 18,1	0,000
TD onda E (ms)	193 \pm 30	210 \pm 27	0,08
TRIV (ms)	105 \pm 10	114 \pm 14	0,26
Velocidad onda S (cm/s)	62,9 \pm 14,1	57,4 \pm 14,3	0,43
Velocidad onda D (cm/s)	51,9 \pm 13,9	42,7 \pm 13,4	0,01
Velocidad A retrógrada (cm/s)	15,1 \pm 6,5	19,4 \pm 8,0	0,02

AI: aurícula izquierda; FC: frecuencia cardíaca; FE: fracción de eyección; PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica; TD: tiempo de desaceleración; TRIV: tiempo de relajación isovolumétrico.

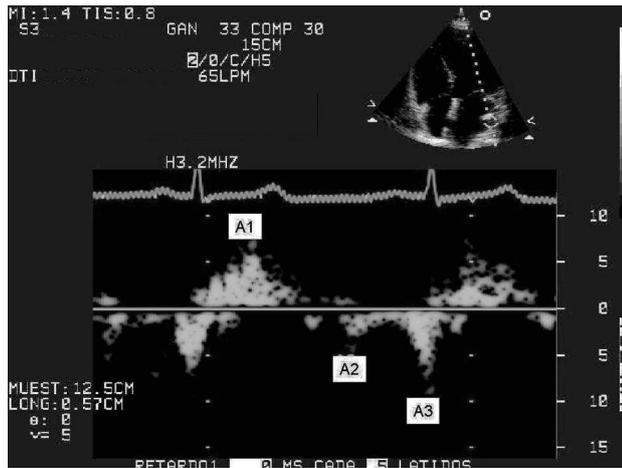


Fig. 1. Registro espectral de Doppler pulsado tisular en el grupo I (edad < 45 años).

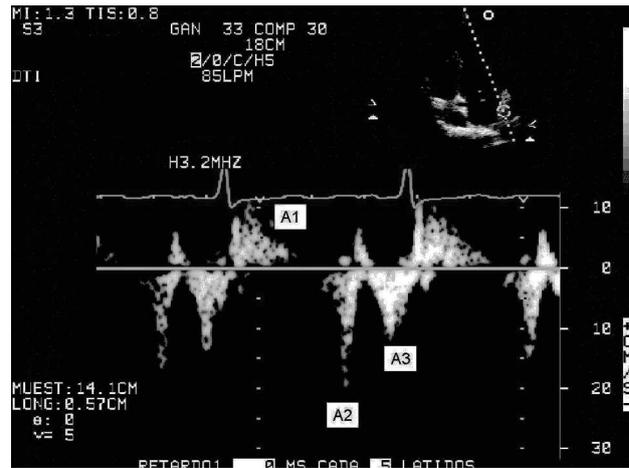


Fig. 2. Registro espectral de Doppler pulsado tisular en el grupo II (edad > 45 años).

Doppler pulsado tisular de la pared auricular izquierda

La pared auricular izquierda genera una señal trifásica formada por una onda positiva A1, seguida de 2 ondas negativas A2 y A3. La secuencia temporal del ECG, el flujo auricular izquierdo y los flujos transmitral y de venas pulmonares indican que el componente A1 de la pared auricular ocurre durante la sístole ventricular y se corresponde con el período de relajación de la aurícula. Esta onda podría ser debida al movimiento del anillo mitral en la sístole ventricular hacia la base de la pared auricular izquierda. La onda A2 se produce durante el llenado diastólico precoz (fase pasiva del llenado ventricular) y la onda A3 coincide con la contracción auricular (llenado ventricular tardío o activo).

Los sujetos más jóvenes (grupo I) muestran un patrón con una onda A2 de alta velocidad y una relación $A2/A3 > 1$ (fig. 1). Conforme se incrementa la edad (grupo II), la velocidad de la onda A2 disminuye y la de la onda A3 aumenta, por lo que la relación $A2/A3$ se hace < 1 (fig. 2). Estas diferencias entre grupos fueron estadísticamente significativas, como se muestra en la tabla 2. Por el contrario, no se observaron diferencias en las velocidades de la onda A1 entre los 2 grupos de edad ($13,5 \pm 3,9$ cm/s en el grupo I frente a $13,1 \pm 5,4$ cm/s en el grupo II; $p = 0,59$).

TABLA 2. Velocidades del Doppler pulsado tisular de la aurícula izquierda en cada grupo

	V onda A1	V onda A2	V onda A3	A2/A3
Grupo I	$13,5 \pm 3,9$	$22,6 \pm 6,4$	$15,2 \pm 6,1$	> 1 (88%)
Grupo II	$13,1 \pm 5,4$	$10,5 \pm 6,1$	$19,6 \pm 7,9$	< 1 (86,5%)
p	0,59	$< 0,0001$	$< 0,03$	$< 0,0001$

V: velocidad.

Todas las velocidades se expresan en cm/s.

Relación entre los patrones de flujo transmitral y de Doppler pulsado tisular auricular

Las velocidades medias de las ondas E y A, la relación E/A, el tiempo de desaceleración de la onda E y el tiempo de relajación isovolumétrico en ambos grupos se muestran en la tabla 1. Observamos que la velocidad media de la onda E se correlacionaba de forma directa con la de la onda A2 ($r = 0,55$; $p < 0,001$) y de forma inversa con la onda A3 del DPT auricular ($r = -0,52$; $p < 0,001$). Igualmente, cuanto mayor era la velocidad de la onda A del flujo transmitral mayor se hacía la velocidad de la onda A3 ($r = 0,55$; $p < 0,001$) y menor la velocidad de la onda A2 del DPT auricular ($r = -0,52$; $p < 0,001$). Cuando se analizaron de manera global los patrones de flujo transmitral y el patrón de DPT auricular se observó una concordancia moderada entre ellos ($\kappa = 0,584$; $p < 0,0001$). Esta relación de concordancia permaneció constante en todos los grupos de edad (tabla 3).

Relación entre los patrones de flujo de las venas pulmonares y de Doppler pulsado tisular auricular

Con la edad se produjo una disminución de la velocidad de la onda diastólica anterógrada D del flujo de las venas pulmonares ($51,9 \pm 13,9$ frente a $42,7 \pm 13,4$ cm/s; $p = 0,01$) sin cambios significativos en la velocidad de la onda sistólica anterógrada S ($62,9 \pm 14,1$ frente a $57,4 \pm 14,3$ cm/s; $p = 0,15$). La velocidad de la onda auricular retrógrada (A') se incrementa con el paso del tiempo desde $15,1 \pm 6,5$ a $19,4 \pm 8,0$ cm/s ($p = 0,02$). A pesar de estos cambios, la relación S/D permanece > 1 en la mayoría de los sujetos estudiados. Estos patrones evolutivos parecen corresponderse con el aumento progresivo de la contribución al llenado

ventricular de la contracción auricular. En relación con el DPT auricular, se observó una correlación inversa débil entre la velocidad de la onda A3 y la velocidad de la onda D del flujo de las venas pulmonares ($r = -0,34$; $p = 0,01$) y una correlación positiva, también débil, entre la relación A2/A3 del DPT auricular y la velocidad de la onda D del flujo de venas pulmonares ($r = 0,41$; $p = 0,002$).

Variabilidad interobservador e intraobservador

La variabilidad interobservador e intraobservador para las medidas de todos los parámetros del DPT de la aurícula izquierda (A1, A2, A3 y A2/A3) y de las velocidades del flujo transmitral y de las venas pulmonares medidas mediante el coeficiente de correlación intraclase fueron 0,65 y 0,60, respectivamente.

DISCUSIÓN

El principal hallazgo del presente trabajo ha sido que la pared auricular izquierda muestra un patrón de DPT típico y reproducible formado por 3 ondas, una positiva (A1) y dos negativas (A2 y A3), que parecen corresponderse, respectivamente, con la relajación auricular, el llenado ventricular precoz y la contracción auricular. Además, se aportan datos cuantitativos sobre las velocidades de la pared auricular izquierda en un conjunto de sujetos sin cardiopatía estructural de un amplio rango de edades. Según nuestro conocimiento, éste sería el primer trabajo que intenta aproximarse al estudio de la función de la aurícula izquierda mediante DPT y que aporta información, tanto morfológica como cuantitativa.

Función auricular izquierda

La función auricular izquierda ha sido ampliamente estudiada¹⁵⁻¹⁷. En esencia, la cavidad auricular actúa como reservorio al ser una cavidad receptora de sangre durante la sístole ventricular. Además, tiene una función de conducto o paso de la sangre proveniente de las venas pulmonares hacia la cavidad ventricular durante la diástole ventricular. Por último, tiene una importante función de bomba (cuando está presente el ritmo sinusal) gracias a su capacidad de contracción presistólica que coincide con la fase de llenado activo del ventrículo izquierdo durante la diástole tardía. Esta función de bomba desempeña un importante papel en el mantenimiento del gasto cardíaco en pacientes con disfunción sistólica severa.

En este trabajo hemos mostrado que se puede intentar evaluar la función de la aurícula izquierda mediante DPT, ya que cada una de las ondas del patrón tisular descrito parece corresponderse con cada una de las principales acciones de la aurícula izquierda durante el ciclo cardíaco. Así, la onda A1 se correspondería con

TABLA 3. Relación de la concordancia entre el flujo transmitral (relación E/A) y el patrón del Doppler pulsado tisular (DPT) de la aurícula izquierda (relación A2/A3)

	Relación E/A (flujo transmitral)	
	> 1	< 1
Relación A2/A3 (DPT auricular)		
< 1	36	2
> 1	18	34

Kappa = 0,584; $p < 0,0001$.

la función de reservorio, la onda A2 con la función de conducto o tránsito de la sangre y la onda A3 con la función de contracción auricular. Además, hemos descrito que esta onda de contracción auricular adquiere mayor protagonismo con la edad, tal y como realmente ocurre.

La contribución de la contracción auricular al llenado ha sido estudiada con anterioridad de forma extensa mediante ecocardiografía Doppler^{18,19}. Así, se ha demostrado que dicha contribución depende de numerosos factores, como la contractilidad auricular¹⁷, la precarga²⁰, la poscarga²¹, la frecuencia cardíaca²², la edad²³, el tono autonómico²⁴, la conducción auriculoventricular²⁵, la respiración²⁶ y la cardioversión eléctrica²⁷, entre otros. La presión media de la aurícula izquierda ha sido estudiada bajo diferentes condiciones de carga en animales con y sin regurgitación mitral. Los parámetros del flujo de las venas pulmonares se correlacionaron bien con la presión media auricular bajo dichas condiciones de carga, alteradas en ambos casos²⁷. En un reciente estudio de función auricular izquierda en el que se utilizó cuantificación acústica, Spencer et al²⁸ muestran que las funciones de reservorio, conducto y bomba pueden ser evaluadas mediante el estudio de las ondas obtenidas con la delimitación automática de bordes.

Cambios en los parámetros Doppler con la edad

Con la edad hay una gradual disminución de la capacidad de relajación del miocardio y de su recuperación elástica, lo cual se traduce en una disminución progresiva de la presión ventricular izquierda y un enlentecimiento en el llenado ventricular²⁹. Así, con el envejecimiento, la velocidad de la onda E del flujo transmitral disminuye y la velocidad de la onda A aumenta, produciéndose una relación E/A < 1, con unos tiempos de desaceleración de la onda E y de relajación isovolumétrica prolongados. En nuestro trabajo, no sólo se reprodujeron fielmente estos cambios evolutivos, sino que además se comprobó mediante el estudio con DPT que la aurícula izquierda parecía experimentar cambios similares a éstos, con un aumento progre-

sivo de la velocidad de la pared correspondiente a la contracción auricular (A3) y una disminución en la velocidad de la onda del llenado ventricular precoz (A2), de forma que con la edad se podía observar una relación $A2/A3 < 1$ en la gran mayoría de los casos. Estas variaciones se correlacionaron significativamente con las del flujo transmitral obtenidas mediante Doppler pulsado convencional. Sin embargo, la correlación entre las velocidades de DPT auricular y del flujo de venas pulmonares fue menos frecuente, y cuando fue significativa, lo fue con una correlación débil. Quizá esto sea consecuencia de los pocos cambios que con el paso del tiempo se observan en los patrones de flujo venoso pulmonar (leve incremento de VS, leve descenso de VD y una relación S/D > 1 casi constante) en sujetos sin cardiopatía estructural concomitante.

Limitaciones del estudio

Entre las limitaciones importantes del presente estudio hay que destacar la dependencia del operador para efectuar las medidas y la necesidad de una ventana acústica adecuada para realizar estudios de aceptable calidad. Pese a ello, estas limitaciones son sólo relativas si el ecocardiografista está entrenado en la adquisición de imágenes Doppler y los equipos utilizados disponen de la tecnología adecuada. La división arbitraria de la población en 2 grupos de edad podría influir en los resultados; sin embargo, el hecho de que sepamos que los registros Doppler presentan un claro patrón evolutivo obligan a realizar un análisis de este tipo. Nuevos estudios con un mayor número de sujetos podrían dividir aún más los grupos de edad a fin de corroborar con mayor precisión nuestros resultados.

Por otro lado, y también de suma importancia, se encontrarían las limitaciones intrínsecas de la técnica, como la dependencia del ángulo de incidencia (que requiere la mejor alineación posible entre el haz de ultrasonidos y el vector principal de desplazamiento de la pared que se analiza), la situación cambiante del volumen de muestra y su posición variable durante el ciclo cardíaco y la limitación de analizar el movimiento de un segmento cardíaco como si tuviera lugar en una única dirección y no como en realidad ocurre, que se desplaza de forma compleja y en múltiples direcciones. Por último, desconocemos la aplicabilidad clínica que puede tener la técnica, aunque creemos que puede abrir una nueva vía en el estudio del movimiento y la función auriculares.

Conclusiones

Es posible estudiar de forma reproducible las velocidades de la pared auricular izquierda mediante DPT. Los registros de las venas pulmonares y, sobre todo, del llenado transmitral obtenidos mediante Doppler pulsado convencional parecen relacionarse con los re-

gistros de pared auricular izquierda obtenidos mediante DPT. Éste nos permite disponer de nuevos datos cuantitativos que quizá puedan ser de utilidad para el estudio de la función auricular. Estos datos deberían ser corroborados en estudios con una metodología más compleja y quizá entonces podrían ser aplicados en diferentes situaciones clínicas y hemodinámicas.

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer a María Jesús Cascales y a María José G. Villalba, DUE de la Unidad de Cardiología de nuestro Centro, la ayuda prestada para la realización del estudio. Asimismo, agradecemos el apoyo administrativo de D. Francisco Almagro, secretario de dicha Unidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Thomas JD, Weyman AE. Echocardiographic Doppler evaluation of left ventricular diastolic function: physics and physiology. *Circulation* 1991;84:977-90.
2. Manning WJ, Silverman DI, Katz SE, Douglas PS. Atrial ejection force: noninvasive assessment of atrial systolic function. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:221-5.
3. Waggoner AD, Barzilai B, Miller JG, Pérez JE. On line assessment of left atrial area and function by echocardiographic automatic boundary detection. *Circulation* 1993;88:1142-9.
4. Sutherland GR, Bijness B, McDicken WN. Tissue Doppler echocardiography: historical perspective and technological considerations. *Echocardiography* 1999;16:445-53.
5. Gorcsan J 3rd. Tissue Doppler echocardiography. *Echocardiography* 1999;16:443.
6. Moreno R, García-Fernández MA, Moreno M, Puerta P, Bermejo J, Delcan JL. Regional diastolic function in microvascular angina studied by pulsed-wave doppler tissue imaging. *Echocardiography* 1999;16:239-44.
7. García-Fernández MA, Azevedo J, Moreno M, Bermejo J, Moreno R. Regional left ventricular diastolic dysfunction evaluated by pulsed-tissue Doppler echocardiography. *Echocardiography* 1999;6:491-50.
8. García-Fernández MA, Pérez-David E, Bermejo J, Moreno M, Moreno R, Ramón J, et al. Aplicaciones clínicas y perspectivas del Doppler de tejidos cardíaco. *Rev Esp Cardiol* 1997;50:36-48.
9. Moreno R, García-Fernández MA, Zamorano JL, Moreno M, Pérez de Isla L, Ortega A, et al. La función diastólica regional está más conservada en el miocardio viable que en el no viable. Demostración mediante Doppler pulsado tisular realizado en condiciones basales. *Rev Esp Cardiol* 2001;54:592-6.
10. Iglesias I, Rodríguez MA, Delgado S, Garrote C, Sastre M, Corral F, et al. Doppler tisular del anillo mitral en pacientes con disfunción sistólica ventricular izquierda. Análisis de la función diastólica. *Rev Esp Cardiol* 2002;53:1195-200.
11. Trambaiolo P, Salustri A, Tanga M, Tonty G, Fedele F, Palamara A. Assessment of left atrial appendage wall velocities by transeptal tissue Doppler echocardiography: a clinical study in patients with sinus rhythm. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15:425-32.
12. Appleton CP, Jensen JL, Hatle LK, Oh JK. Doppler evaluation of left and right ventricular diastolic function: a technical guide for obtaining optimal flow velocity recordings. *J Am Soc Echocardiogr* 1997;10:271-92.
13. Saturno PJ, Antón JJ, Santiago MC. La construcción de criterios para evaluar la calidad. En: Saturno PJ, editor. Curso de calidad asistencial en atención primaria. Madrid: Universidad de Murcia, 1997.

14. Prieto L, Lamarco R, Casado A. La evaluación de la fiabilidad en las observaciones clínicas: el coeficiente de correlación intraclase. *Med Clin (Barc)* 1998;110:142-5.
15. Braunwald E, Frahm CJ. Studies on Starling's law of the heart. IV: observations on the hemodynamic functions of the left atrium in man. *Circulation* 1961;24:633-42.
16. Grant C, Bunnell IL, Greene OG. The reservoir function of the left atrium during ventricular systole. *Am J Med* 1964;37:36-43.
17. Williams JF, Sonnenblick EH, Braunwald E. Determinants of atrial contractile force in the intact heart. *Am J Physiol* 1965;209:1061-8.
18. Kuo LC, Quiñones MA, Rokey R, Sartori M, Abinader EG, Zoghbi WA. Quantification of atrial contribution to left ventricular filling by pulsed Doppler echocardiography and the effect of the age in normal and disease hearts. *Am J Cardiol* 1987;59:1174-8.
19. Zoghbi WA, Habib GB, Quiñones MA. Doppler assessment of right ventricular filling in a normal population: comparison with left ventricular filling dynamics. *Circulation* 1990;82:1316-24.
20. Ruskin J, McHale PSA, Harley A, Greenfield JC. Pressure-flow studies in man: effect of atrial systole on left ventricular function. *J Clin Invest* 1970;49:472-8.
21. Greenberg B, Chatterjee K, Parmley WW, Werner JA, Holly AN. The influence of left ventricular filling pressure on atrial contribution to cardiac output. *Am Heart J* 1979;98:742-51.
22. Gillam LD, Homma S, Novick SS, Rediker DE, Eagle KA. The influence of heart rate on Doppler mitral inflow patterns. *Circulation* 1987;76(Suppl IV):123.
23. Bryg RJ, Williams GA, Labovitz AJ. Effect of aging on left ventricular diastolic filling in normal subjects. *Am J Cardiol* 1987;59:971-4.
24. Mitchell JH, Gilmore JP, Sarnoff SJ. The transport function of the atrium: factors influencing the relation between mean left atrial pressure and left ventricular end-diastolic pressure. *Am J Cardiol* 1962;9:237-47.
25. Janosik D, Pearson A, Redd R. The importance of atrioventricular delay fall back in optimizing cardiac output during physiologic pacing. *Pacing Electrophysiol* 1987;10:A410.
26. Akyurek O, Diker E, Dincer I. The relation between transmitral early filling wave deceleration time and the recovery of atrial contractility after electrical cardioversion of atrial fibrillation. *Int J Cardiol* 2001;79:151-7.
27. Yang H, Jones M, Shiota T. Pulmonary venous flow determinants of left atrial pressure under different loading conditions in a chronic animal model with mitral regurgitation. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15:1181-8.
28. Spencer KT, Mor-Avi V, Gorcsan J 3rd. Effects of aging on left atrial reservoir, conduit, and booster pump function: a multi-institution acoustic quantification study. *Heart* 2001;85:272-7.
29. Oh JK, Seward JB, Tajik AJ. Assessment of diastolic function. En: Oh JK, Seward JB, Tajik AJ 2nd, editors. *The Echo Manual*. Lippincott: Williams & Wilkins, 1999; p. 45-57.