



PHILIPS

Ultrasonido

HeartModel^{A.I.}

Cuantificación ecocardiográfica tridimensional transtorácica automatizada de las cavidades cardíacas izquierdas

Diego Medvedofsky MD, Ivan Salgo MD, Lynn Weinert BSc, Victor Mor-Avi PhD, Roberto M. Lang MD
University of Chicago Medical Center, Chicago, Illinois, USA

La cuantificación de la cavidad es un componente fundamental de la ecocardiografía transtorácica (ETT), que incluye volúmenes de final de diástole y de final de sístole (VFD, VFS) de ventrículo izquierdo (VI), volumen máximo de aurícula izquierda (AI) de final de sístole y fracción de eyección de VI (FEVI). De hecho, las pautas publicadas recientemente sobre la cuantificación de la cavidad recomiendan que se lleven a cabo de manera rutinaria dos o tres mediciones ecocardiográficas de dos o tres dimensiones (2DE, 3DE) de los volúmenes del VI y la AI como parte de todos los estudios clínicos.

Hoy en día la ecografía 3D en tiempo real es una herramienta valiosa para evaluar los volúmenes del VI y la AI y la FEVI. Múltiples estudios han demostrado que la ecografía 3D es más precisa y reproducible que la ecografía 2D, porque es posible obtener la medición directa de los volúmenes sin la necesidad de supuestos geométricos sobre la forma de la

cavidad y las limitaciones relacionadas con las vistas acortadas. A pesar de las ventajas reconocidas de las ecografías 3D, esta modalidad(j)no se utiliza de rutina en la práctica clínica por varias razones, entre las que podemos mencionar (1) la necesidad de conocimientos específicos en ecografías 3D y (2) el tiempo adicional que se necesita para la proyección de imagen en 3D. Para que la ecografía 3D se lleve a cabo de manera rutinaria en la práctica clínica, es necesario implementar la cuantificación automatizada para evitar interrupciones o demoras en el flujo de trabajo.

Philips ha desarrollado recientemente HeartModel^{A.I.}, un software de análisis 3D-ETT totalmente automatizado que detecta simultáneamente las superficies endocárdicas de la AI y el VI durante todo el ciclo cardíaco, mediante el uso de un algoritmo de analítica adaptativa que consta de una identificación en función del conocimiento de una forma global inicial y de una orientación seguida por la adaptación específica del paciente (Figura 1).

El proceso comienza con el programa de valoración del fotograma de la final de diástole (FD) del VI mediante un análisis de movimiento cerca del pico de la onda R electrocardiográfica. Con este fotograma, se identifica una orientación de la forma general, y luego se valora el fotograma del final de sístole (FS) del VI mediante un análisis de movimiento para identificar la cavidad del VI más pequeña. Una vez que se han valorado los fotogramas de FD y FS del VI, se construyen los modelos preliminares de la FS y FD del VI y la AI con la superficie endocárdica detectada automáticamente junto con la información de una base de datos de 3D ETT y VI. Esta base de datos tiene una variedad de formas de FD y FS de VI y AI obtenidas de aproximadamente 1000 datos de 3D-ETT con calidad de imagen variable en pacientes con una amplia gama de tamaños y funciones de la cavidad. El programa combina características del volumen del VI que se está analizando con las formas seleccionadas en la base de datos. Esta forma seleccionada luego se adapta localmente al volumen del VI en estudio mediante una serie de pasos graduales. Finalmente se detectan los fotogramas de FD y FS mediante la evaluación de los volúmenes del VI circundantes del final de diástole y final de sístole y mediante la selección del fotograma con los volúmenes máximos y mínimos, respectivamente. El algoritmo está diseñado para ajustarse a una variedad de condiciones de imágenes, lo que incluye variaciones en fallas, abarrotamiento acústico, forma ventricular y orientación cardíaca relacionada con el transductor. Sin embargo, al igual que con las mediciones manuales, se requiere una cantidad mínima de segmentos visibles de bordes endocárdicos (~14-15 de los 17 segmentos del VI) para una valoración precisa del volumen de la cavidad a observar. Por último, cuando se ejecuta en el mismo conjunto de datos, el algoritmo tiene una respuesta de convergencia determinista, lo que presenta una variabilidad de cero. Una vez que se ha ajustado el modelo final, los contornos de la AI y el VI se muestran en planos de corte en 2D-obtenidos de los conjuntos de datos de 3DE que muestran las vistas de 4 y 2 cavidades de FS y FD (Figura 2). Si el usuario no está satisfecho con los contornos de la AI y el VI, se pueden editar en forma manual.

Este software totalmente automatizado fue validado recientemente y se demostró que es razonablemente preciso si se lo compara con las mediciones 3D manuales con QLAB (3DQ) en un grupo de más de 150 pacientes en la Universidad de Chicago. Este prometedor software puede permitir la integración de las mediciones de VI y AI volumétricas 3DE en los flujos de trabajo clínicos de rutina en todo el mundo.

En este estudio se buscó determinar la posibilidad de ahorro de tiempo de este novedoso software, comparado con los métodos 2DE y 3DE convencionales que se utilizan para medir volúmenes del VI y la AI.

Métodos

La proyección de imagen 2DE y 3DE se realizó en 30 pacientes consecutivos con un sistema EPIQ con un transductor de matriz X5-1 (Philips, Andover, MA). Se registró el tiempo requerido para la obtención de vistas de 2 cavidades (A2C) y de 4 cavidades (A4C) apicales de VI 2DE, vistas A2C y A4C de AI y un conjunto de datos de volumen completo 3DE del VI y la AI. Además, se registró el tiempo necesario para la medición del volumen (final de sístole) de AI y (final de sístole y diástole) de VI con el método biplano de discos a partir de las imágenes 2DE. Por último, se registró el tiempo requerido para completar el análisis de datos para obtener volúmenes de VI y AI del conjunto de datos 3DE con QLAB y con el nuevo software HeartModel^{AI}.

El análisis de HeartModel^{AI} se realizó tanto en una computadora personal estándar como en el sistema de imágenes EPIQ, con y sin ajustes globales y regionales.

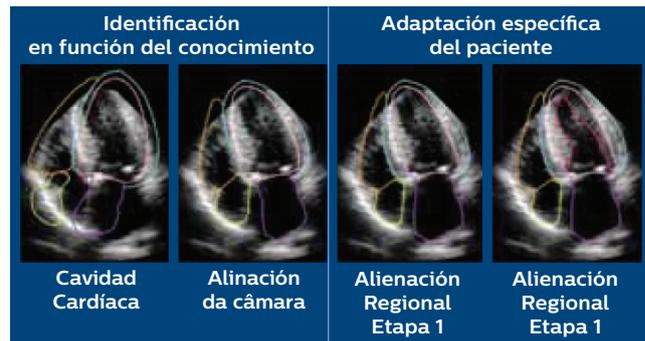


Figura 1 Software de análisis de prototipo 3D-ETT.

HeartModel^{AI} es un programa totalmente automatizado que detecta simultáneamente las superficies endocárdicas de la AI y el VI, mediante el uso de un algoritmo de analítica adaptativa que consta de una identificación en función del conocimiento de una forma global inicial y de una orientación seguida por la adaptación específica del paciente.

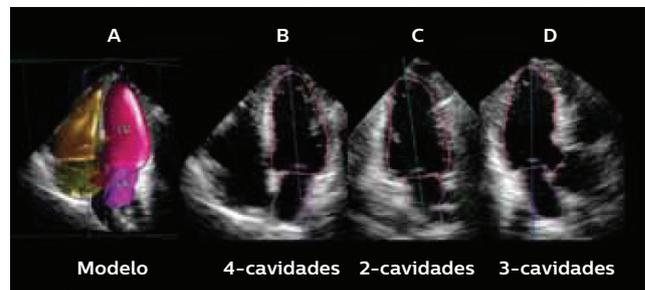


Figura 2 Programa automatizado para capa endocárdica ventricular y auricular izquierda

Ejemplo de un corazón de tamaño normal y la función sistólica en final de diástole. Se muestra una capa 3D de la cavidad ventricular y auricular izquierda en los datos 3D en una vista de 4 cavidades (A). Para obtener una confirmación visual, los contornos también se mostraron en planos de corte de 2D obtenidos del conjunto de datos 3D (B-D).

Tabla 1 Adquisición de tiempo y análisis de tiempo para el VI y la AI en forma separada y conjunta con un software totalmente automatizado en 2DE y 3DE manual (HeartModel^{AI}).

N=30		VI		AI		VI + AI		Total VI + AI	
		Tiempo de adquisición (seg)	Tiempo de análisis (seg)	Tiempo de adquisición (seg)	Tiempo de análisis (seg)	Tiempo de adquisición (seg)	Tiempo de análisis (seg)	Tiempo de adquisición + tiempo de análisis (seg)	
2DE	A4C	21.3 ± 10.3	61.3 ± 11.3	22.2 ± 5.6	16.7 ± 1.6	43.5 ± 15.9	78.0 ± 12.9	121.5 ± 28.8	
	A2C	10.9 ± 3.1	53.7 ± 9.1	9.8 ± 2.5	15.9 ± 1.9	20.7 ± 5.5	69.6 ± 11.0	90.3 ± 16.5	
	Total	32.2 ± 10.7	115.0 ± 15.8	31.9 ± 6.5	32.6 ± 2.6	64.1 ± 17.2	147.6 ± 18.4	211.8 ± 35.6	
3DE	Computadora Portátil	3DQ	20.0 ± 6.1	92.6 ± 30.8	Incluido en tiempo de VI	52 ± 7	20.0 ± 6.1	144.4 ± 38.1	164.4 ± 44.2
		HM		26.2 ± 2.3		Incluido en tiempo de VI		26.2 ± 2.3	46.2 ± 8.4
		Tiempo de ajuste de HM		18.5 ± 3.1		31.5 ± 3.0		50.0 ± 6.1	70.0 ± 12.1
	total HM	44.7 ± 5.4		57.7 ± 5.3		76.2 ± 8.4		96.2 ± 14.5	
	Imágenes EPIQ	HM		17.1 ± 1.2		Incluido en tiempo de VI		17.1 ± 1.2	37.1 ± 7.3
		Tiempo de ajuste de HM		15.0 ± 2.8		27.0 ± 2.7		42.0 ± 5.5	62.0 ± 11.6
		total HM		32.1 ± 4.0		44.1 ± 3.9		59.1 ± 6.7	79.1 ± 12.8

VI = ventrículo izquierdo, AI = aurícula izquierda, 2DE = ecocardiografía de 2 dimensiones, 3DE = ecocardiografía de 3 dimensiones, 3DQ = análisis manual de 3 dimensiones (QLAB), HM = HeartModel^{AI}. Los valores son promedio ± SD (desviación estándar).

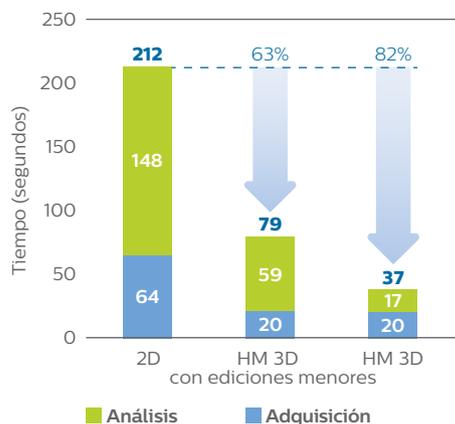


Figura 3 Tiempo para completar las medidas del VI y la AI

Con la 2DE como referencia real, se advirtió una disminución en los tiempos de adquisición y de análisis de 63% para HeartModel^{AI} con ediciones menores y 82% sin edición.

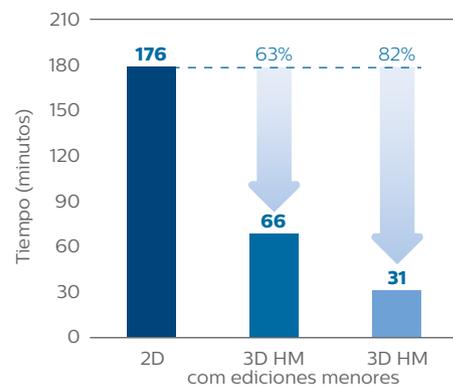


Figura 4 Tiempo para completar las mediciones del VI y la AI en 50 pacientes.

En un laboratorio de ecocardiografía común y concurrido, una cantidad representativa de 50 estudios con adquisición y análisis en 2DE lleva casi 3 horas (176 minutos) con HeartModel^{AI}, (66 minutos con ediciones menores y 31 minutos sin edición).

Resultados

La tabla 1 muestra los datos del tiempo necesario para el análisis y la adquisición de datos. En general, la adquisición de imágenes de 3DE requirió menos tiempo que las múltiples vistas de 2DE que son necesarias para las mediciones de volumen. Además, el análisis de las imágenes de 3DE fue significativamente más rápido que el de las imágenes de 2DE, y el tiempo de análisis se acortó aún más con el uso del software automatizado HeartModel ^{AI}. (Figura 3). Cabe destacar que el tiempo total que se ahorró para la adquisición y el análisis en forma conjunta fue de 82 % en el modo totalmente automático y de 63 % incluso cuando se realizó la edición manual. Para comprender bien el tiempo que HeartModel ^{AI} puede ahorrar por día en un laboratorio concurrido de ecocardiografía donde se hacen 50 estudios de ETT en forma diaria, multiplicamos la adquisición combinada y el tiempo de análisis por 50 (Figura 4).

Este ejemplo representativo muestra que una adquisición y un análisis de volúmenes de VI y AI con 2DE lleva casi 3 horas al día, mientras que tomaría solo 66 minutos con HeartModel ^{AI} con ediciones menores y un poco más de media hora con el modo totalmente automatizado, lo que permitiría que un laboratorio de ecocardiografía típico ahorre 2,5 horas todos los días.

Conclusión

Varios investigadores han demostrado que la 3DE es más precisa y más reproducible que la 2DE. Para permitir que la tecnología 3DE se utilice de manera rutinaria en los laboratorios clínicos, es necesario implementar métodos automatizados que superen el flujo de trabajo que consume mucho tiempo en la 3DE hoy. El nuevo software totalmente automatizado HeartModel ^{AI} fue validado recientemente y está demostrado que es preciso y reproducible si se lo compara con las mediciones 3D manuales con QLAB (3DQ). En este estudio, pudimos observar que esta nueva herramienta completamente automatizada es significativamente más rápida que el análisis de 2DE y el análisis manual 3DE (QLAB), y por lo tanto puede ayudar a superar el actual análisis 3DE que requiere mucho tiempo y limita su uso, y facilitar su incorporación en el flujo del trabajo clínico.

Referências

- 1 Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, Flachskampf FA, Foster E, Goldstein SA, Kuznetsova T, Lancellotti P, Muraru D, Picard MH, Rietzschel ER, Rudski L, Spencer KT, Tsang W, Voigt JU. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015;28:1-39.
- 2 Tsang W, Salgo ES, D Medvedofsky Takeuchi MMD, Prater D, Weinert W, Yamat M, Mor-Avi V, Patel AR, Lang RM. Real-Time Automated Transthoracic Three-Dimensional Echocardiographic Left Heart Chamber Quantification using an Adaptive Analytics Algorithm. *JACC Cardiovasc Imaging* (aún no publicado formalmente).

Correspondencia

Roberto M. Lang

5841 South Maryland Ave, MC5084

Chicago, Illinois, USA 60611

Email: rlang@medicine.bsd.uchicago.edu

Teléfono: 773-702-1842

Fax: 773-773-1084