



## ORIGINAL

# Curva de aprendizaje en ecocardiografía. Utilidad de un programa docente interespecialidad



Leopoldo Pérez de Isla<sup>a,\*</sup>, Adriana Saltijeral<sup>b</sup>, Jesus Millán Nuñez-Cortes<sup>c</sup>, José Angel García Saez<sup>d</sup>, Fernando Moreno<sup>d</sup>, Joaquín Millan-Perez<sup>e</sup> y Rocío Toro<sup>f</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Cardiología, Hospital Clínico San Carlos, IDISSC, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

<sup>b</sup> Sección de Cardiología, Hospital del Tajo, Facultad de Medicina, Universidad Alfonso X el Sabio, Aranjuez, Madrid, España

<sup>c</sup> Servicio de Medicina Interna, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

<sup>d</sup> Departamento de Oncología, Hospital Clínico San Carlos, IDISSC, Madrid, España

<sup>e</sup> Departamento de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

<sup>f</sup> Departamento de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad de Cádiz, Cádiz, España

Recibido el 20 de julio de 2016; aceptado el 11 de noviembre de 2016

Disponible en Internet el 14 de diciembre de 2016

### PALABRAS CLAVE

Ecocardiografía portátil;  
Oncología;  
Quimioterapia;  
Cardiotoxicidad;  
Entrenamiento

### Resumen

**Objetivo:** Comprobar los resultados de un entrenamiento en habilidad para realizar ecocardiografías para oncólogos por parte de cardiólogos y estudiar la variabilidad en las mediciones y la significación clínica de esa variabilidad.

**Métodos:** Se incluyeron pacientes consecutivos que habían sido atendidos en las consultas de oncología previamente. Un oncólogo les realizó una ecocardiografía con un equipo portátil. Por otro lado, un cardiólogo realizó un ecocardiograma reglado con un equipo de gama alta. Todos los oncólogos participantes recibieron un entrenamiento básico en ecocardiografía por parte de cardiólogos especializados en imagen cardiovascular.

**Resultados:** Se incluyeron 101 pacientes (31,7% varones; edad media  $56,03 \pm 16,88$  años). Los resultados mostraron una clara curva de aprendizaje durante el periodo de reclutamiento, alcanzando a los dos meses una buena similitud entre oncólogo y cardiólogo para las medidas de los diámetros ventriculares, pero sin alcanzar la misma similitud hasta pasados 4 meses las medidas de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo. De la misma manera, se produjo una importante reducción de las diferencias clínicamente significativas de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo a partir del cuarto mes.

**Conclusiones:** Un entrenamiento breve dirigido a Facultativos Especialistas en Oncología en ecocardiografía dirigido por cardiólogos expertos en imagen cardiovascular permite al oncólogo obtener las habilidades necesarias para evaluar las dimensiones del ventrículo izquierdo y la

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [Leopista@hotmail.com](mailto:Leopista@hotmail.com) (L. Pérez de Isla).

**KEYWORDS**

Portable  
 echocardiography;  
 Oncology;  
 Chemotherapy;  
 Cardiotoxicity;  
 Training

fracción de eyección del ventrículo izquierdo de una forma precisa. El tiempo de entrenamiento se estima en una semana de formación teórico-práctica intensa, y adicionalmente cuatro meses de realización de ecocardiografías supervisadas estrechamente por los cardiólogos.

© 2016 Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Echocardiography learning curve. Usefulness of an inter-speciality training program****Abstract**

**Objective:** To assess the results of a training to perform echocardiographic studies to oncologists by cardiologists, and to study the variability in measurements, as well as the clinical significance of this variability.

**Methods:** Participant oncologists received basic training in echocardiography by cardiologists specialised in cardiovascular imaging. Consecutive patients attending the oncology outpatient clinic were included in the study. Every patient underwent an echocardiographic study performed by an oncologist with a portable device and an echocardiogram performed by a cardiologist using high-end equipment.

**Results:** The study included 101 patients, with a mean age of  $56.03 \pm 16.88$  years, and 31.7% were males. The results showed a clear learning curve over time, with a good similarity in ventricular diameters measurements between oncologists and cardiologist being reached in two months, but it took 4 months to reach the same similarity for left ventricular ejection fraction (LVEF) measurements. Likewise, there was a significant reduction in clinically significant differences in LVEF after the fourth month.

**Conclusions:** A brief training in echocardiography for oncologists, led by cardiology experts in cardiovascular imaging, allows the oncologist to obtain the necessary skills to accurately assess left ventricular ejection fraction and diameters. The training time proposed is a week of intensive theoretical and practical training, followed by four months of completion of echocardiographic examinations closely monitored by the cardiologist.

© 2016 Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Introducción**

Las técnicas ecocardiográficas han experimentado una rápida evolución en las últimas décadas. Los equipos son cada vez más pequeños, más eficientes y al mismo tiempo más baratos<sup>1</sup>. Esta reducción de costes hace que la ecocardiografía haya dejado de ser propiedad exclusiva del cardiólogo y tenga cabida en otras especialidades. En nuestro país existe un consenso<sup>2</sup> en el cual se establecen las recomendaciones para el uso por parte de los médicos no cardiólogos de los equipos de ecocardiografía. Además se ha definido el nuevo término, la ecocardiografía, que se refiere a una exploración de ecocardiografía focalizada en un aspecto determinado y realizada generalmente por médicos no cardiólogos.

La oncología, por su parte, también ha sufrido una rápida evolución y cada vez son más los fármacos cardiotóxicos que son empleados por esta especialidad. Esta cardiotoxicidad se traduce en un incremento de los diámetros telediastólicos y telesistólicos del ventrículo izquierdo (DTDVI y DTSVI) así como una disminución de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI). De este modo, los pacientes candidatos a recibir estos fármacos, requieren una monitorización con ecocardiografía periódica para detectar precozmente la presencia de toxicidad y poner los medios adecuados<sup>3-5</sup>. Esto supone una sobrecarga para los departamentos de ecocardiografía generando una necesidad para

proporcionar a los pacientes un diagnóstico adecuado pero sin que el paciente tenga que desplazarse al departamento de cardiología con el consiguiente coste económico y de tiempo<sup>1</sup>. Un paciente oncológico, después de una primera valoración con ecocardiografía completa, necesita una valoración focalizada en la determinación de diámetros del ventrículo izquierdo y de la FEVI.

El objetivo de este estudio fue comprobar los resultados de un entrenamiento en habilidad para realizar ecocardiografías para oncólogos por parte de cardiólogos y estudiar la variabilidad en las mediciones y la significación clínica de esa variabilidad. Para ello se estudió la variabilidad en las mediciones del ventrículo izquierdo y la significación clínica de esa variabilidad para establecer unas recomendaciones de entrenamiento.

**Material y métodos**

Se incluyeron pacientes no seleccionados, consecutivos, que previamente habían sido atendidos en la consulta de oncología del Hospital Universitario Clínico de San Carlos de Madrid, de atención terciaria. El inicio del reclutamiento fue en octubre de 2013 y terminó en marzo de 2014. Este periodo de tiempo fue dividido en tres bimestres, dependiendo de la fecha de la inclusión del paciente. Se les proporcionó información acerca del estudio

verbal y por escrito a todos los pacientes, quienes firmaron el consentimiento informado aprobado previamente por el comité ético de nuestro hospital.

### Entrenamiento del oncólogo

Dos oncólogos pertenecientes a la Unidad de Cáncer de Mama de nuestro hospital participaron voluntariamente en el estudio. Se les entrenó durante una semana con formación teórica y práctica impartida por un cardiólogo especialista en imagen cardiovascular. El entrenamiento se centró en los aspectos más prácticos para la determinación de los diámetros del ventrículo izquierdo y de la FEVI. Además, durante este período cada oncólogo realizó 20 estudios supervisados. Tras este entrenamiento los oncólogos disponían de la posibilidad de un contacto inmediato con el cardiólogo para solucionar cualquier duda, si bien las medidas analizadas en el estudio fueron las que obtuvieron de forma previa esa consulta.

### Ecocardiografía

Se les practicaron dos estudios a todos los pacientes incluidos. El primero, una ecocardiografía, realizada por los oncólogos, previamente entrenados empleando un equipo portátil de ecocardiografía (Mindray M7 con una sonda P4-2S, Mindray Bio-Medical Electronics, Shenzhen, China). El segundo estudio que se realizó consistió en un ecocardiograma completo realizado por un cardiólogo especialista en imagen cardiovascular con un equipo de gama alta (Philips IE33 con una sonda X5-1, Philips, Andover, Massachusetts). Ambos estudios se realizaron el mismo día y ambos especialistas desconocían los resultados del estudio realizado por la otra especialidad.

Las medidas obtenidas a partir de la ecocardiografía 2D y modo M se realizaron de acuerdo con las recomendaciones de la «American Society of Echocardiography»<sup>6</sup>. Tras realizar cada estudio se completó un informe en el cual aparecían los DTDVI y DTSVI del ventrículo izquierdo y la FEVI obtenida mediante el método de Teichholz.

### Método estadístico

Para el manejo estadístico se empleó la aplicación SPSS PASW statistics 15.0 package (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EE. UU.). Las variables continuas se expresaron como media  $\pm$  desviación estándar y las variables categóricas como número absoluto (porcentaje). Se empleó el método

**Tabla 1** Descripción básica de la población estudiada

	N (%) / media $\pm$ desviación estándar
Varón	32 (31,7%)
Edad (años)	56,03 $\pm$ 16,88
DTDVI-Onco (cm)	4,52 $\pm$ 0,82
DTDVI-Cardio (cm)	4,77 $\pm$ 0,79
DTSVI-Onco (cm)	2,75 $\pm$ 0,70
DTSVI-Cardio (cm)	2,82 $\pm$ 0,66
FEVI-Onco (%)	68,35 $\pm$ 9,98
FEVI-Cardio (%)	64,75 $\pm$ 8,76

DTDVI: diámetro telediastólico del ventrículo izquierdo; DTSVI: diámetro telesistólico del ventrículo izquierdo; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

de Kolmogorov-Smirnov para confirmar o descartar la distribución normal de las variables continuas. Para realizar la comparación de las variables continuas se empleó el test t de Student o el test ANOVA. Se consideró una diferencia superior 10% de la medida del oncólogo respecto a la media del cardiólogo como clínicamente significativa y con potencial implicación clínica. Se consideró como estadísticamente significativo un valor de  $p < 0,05$ .

### Resultados

Durante el reclutamiento se incluyeron 101 pacientes. De ellos 32 eran varones (31,7%). La edad media fue 56,03  $\pm$  16,88 años. Las características de los pacientes se muestran en la [tabla 1](#).

### Diferencias en las mediciones

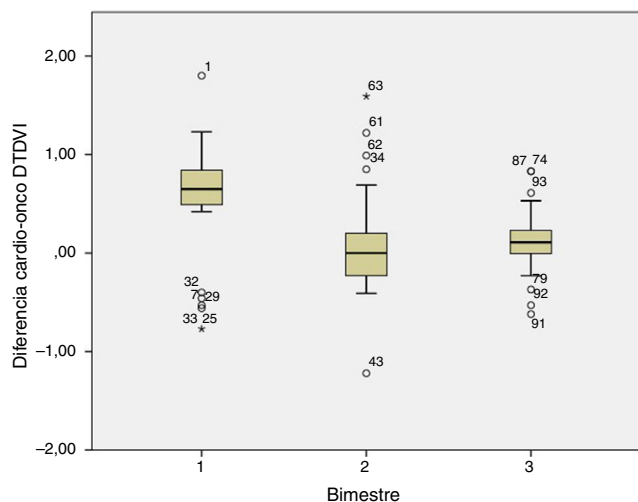
Las principales diferencias en las mediciones se muestran en la [tabla 2](#) y en las [figuras 1, 2 y 3](#). La [tabla 2](#) muestra las diferencias en las medidas entre los oncólogos los cardiólogos en el DTDVI, DTSVI y FEVI. Se muestra el resultado del total del estudio y desglosado en los bimestres 1, 2 y 3. De la misma manera, estas diferencias se expresan gráficamente en la [figura 1](#) para el DTDVI, en la [figura 2](#) para el DTSVI y en la [figura 3](#) para la FEVI, empleando diagramas de caja.

Es interesante destacar que en estos resultados, cuando se aplica el test ANOVA, existen diferencias significativas en los resultados obtenidos en los tres bimestres para los tres parámetros (DTDVI, DTSVI y FEVI). Sin embargo, cuando se realiza un análisis más pormenorizado, se observa cómo la diferencia entre el primer bimestre y el segundo bimestre

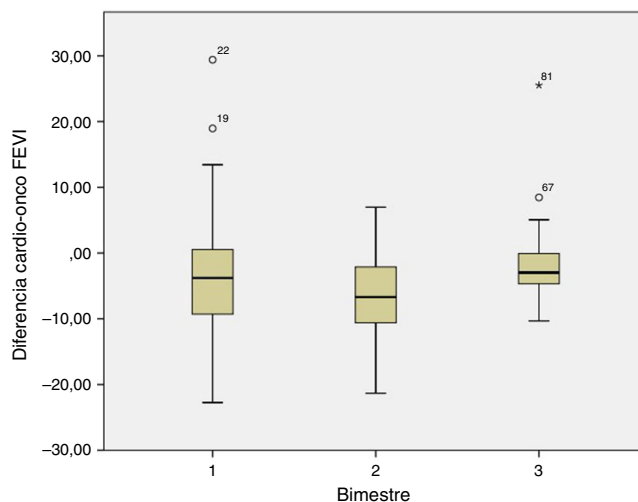
**Tabla 2**

	Todos los bimestres	Bimestre 1	Bimestre 2	Bimestre 3	P (ANOVA)	P bimestre 1 vs. bimestre 2	P bimestre 2 vs. bimestre 3
DTDVI	0,3 $\pm$ 5,1	0,6 $\pm$ 0,6	0,1 $\pm$ 0,3	0,1 $\pm$ 0,3	<0,001	0,001	0,76
DTSVI	0,1 $\pm$ 0,4	0,3 $\pm$ 0,5	0,01 $\pm$ 0,4	-0,1 $\pm$ 0,3	0,001	0,013	0,28
FEVI	-3,6 $\pm$ 7,9	-2,9 $\pm$ 10,2	-6,3 $\pm$ 6,4	-1,7 $\pm$ 6,2	0,045	0,11	0,004

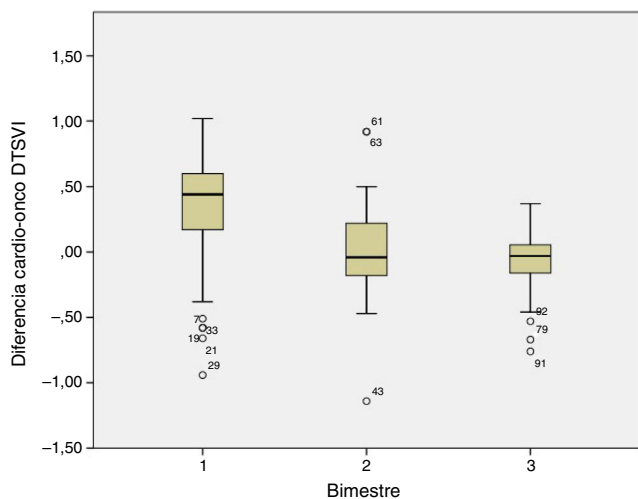
DTDVI: diámetro telediastólico del ventrículo izquierdo; DTSVI: diámetro telesistólico del ventrículo izquierdo; FEVI: fracción de eyección del ventrículo izquierdo.



**Figura 1** Diagrama de cajas que muestra las diferencias entre los diámetros telediastólicos del ventrículo izquierdo (DTDVI) obtenidos por los cardiólogos y los oncólogos en los tres bimestres en los que fue realizado el estudio.



**Figura 3** Diagrama de cajas que muestra las diferencias entre las fracciones de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) obtenidas por los cardiólogos y los oncólogos en los tres bimestres en los que fue realizado el estudio.



**Figura 2** Diagrama de cajas que muestra las diferencias entre los diámetros telesistólicos del ventrículo izquierdo (DTSVI) obtenidos por los cardiólogos y los oncólogos en los tres bimestres en los que fue realizado el estudio.

es significativa tanto para el DTDVI como para el DTSVI. Sin embargo, esta diferencia no alcanza significación estadística hasta llegar al tercer bimestre cuando se analiza la FEVI.

**Diferencias con potencial repercusión clínica**

Como se definió previamente, se consideró una diferencia superior al 10% de la medida del oncólogo frente a la media del cardiólogo como clínicamente significativa y con potencial implicación clínica. En el estudio, 23 pacientes (22,8%) presentaron diferencias clínicamente significativas. Sin embargo, al analizar los diferentes periodos de tiempo se pudo observar que 10 pacientes (30,3%) presentaban esas diferencias en el primer bimestre, 11 (33,3%) en el segundo bimestre y 2 (5,7%) en el tercer bimestre.

**Discusión**

Este trabajo propone una innovación sobre educación en Ciencias de la Salud consistente en el entrenamiento de médicos no cardiólogos en ecocardiografía y estimar su impacto. Este estudio muestra la capacidad de entrenar médicos no cardiólogos, oncólogos en este caso en particular, mediante un programa adecuado de entrenamiento interespecialidad<sup>7</sup>. Los resultados de este estudio demuestran que es necesario un período aproximado de cuatro meses de entrenamiento para que la principal variable objetivo de ecocardiografía, la FEVI, se cuantifique de forma precisa por los oncólogos. Adicionalmente, destacar que la precisión de la medición de la FEVI es similar, independientemente de si se realiza con un equipo de ecocardiografía portátil o se ejecuta con un equipo de ecocardiografía de gama alta.

En un paciente oncológico que recibe tratamiento quimioterápico con fármacos cardiotoxicos, uno de los parámetros principales a valorar es la FEVI. La trascendencia de este parámetro se basa en que su deterioro y su detección precoz hacen replantear la continuación del tratamiento quimioterápico, plantea modificaciones en el mismo y en muchas ocasiones precipita el inicio de tratamiento con fármacos cardioprotectores, tales como los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina y/o betabloqueantes<sup>8</sup>.

En un estudio previo publicado por nuestro grupo<sup>9</sup> se muestra cómo los índices de correlación intraclase entre las mediciones realizadas por los oncólogos y los cardiólogos presentan una clara curva de aprendizaje. En el presente estudio se analizan mucho más en profundidad las características y resultados del entrenamiento de los oncólogos. Se puede ver cómo la medición del DTDVI presenta pocas diferencias entre oncólogos y cardiólogos a partir de los dos meses de entrenamiento y, de la misma manera, la medición del DTSVI se comporta de una forma similar. Sin embargo la FEVI, sin duda el parámetro más importante a

evaluar en este tipo de pacientes, no alcanza un grado de acuerdo aceptable hasta que se sucede el cuarto mes. Este hallazgo se ve reforzado al analizar el porcentaje de diferencias clínicamente significativas y que presentan potenciales repercusiones en el manejo del paciente. Una vez más, es a partir del cuarto mes cuando la medida de la FEVI mediante ecocardiografía realizada por el médico no cardiólogo alcanza su máxima precisión.

Se han publicado, corroborando nuestros resultados, experiencias similares que emplean la ecocardiografía portátil para valorar pacientes fuera del ámbito de la cardiología<sup>10-13</sup>. Estas estrategias han permitido un importante ahorro de costes económicos y temporales, así como gestión más eficaz del tiempo, en las unidades de imagen cardiovascular, que invierten su tiempo en exploraciones más complejas. Otras ventajas destacables serían la mejora de la confortabilidad en el paciente, en este caso, oncológica, que reduce el desplazamiento. Corroborando estos resultados, se ha publicado cómo el empleo de la ecocardiografía portátil mejora el flujo de trabajo en los laboratorios de ecocardiografía, evitando el transporte y las incomodidades a los pacientes<sup>13</sup>.

Por tanto podemos ver cómo el empleo de la ecocardiografía por los oncólogos influye favorablemente en aspectos profesionales tanto del oncólogo como del cardiólogo, a los flujos de trabajo del hospital y sobre todo al paciente. Un adecuado entrenamiento de médicos no cardiólogos, oncólogos en este trabajo, por parte de cardiólogos especializados en técnicas de imagen cardiovascular es útil para conseguir estudios ecocardiográficos de alta calidad. La implementación de la ecocardiografía en especialidades diferentes a la cardiología puede ser un instrumento muy útil para mejorar el flujo de pacientes en las unidades de imagen cardiovascular y para mejorar la confortabilidad del paciente.

En conclusión, un entrenamiento breve en ecocardiografía para oncólogos dirigido por cardiólogos expertos en imagen cardiovascular permite al oncólogo obtener las habilidades necesarias para evaluar las dimensiones del ventrículo izquierdo y la FEVI de una forma precisa. El tiempo desde el entrenamiento podría ser una semana de formación teórico-práctica intensa seguido de cuatro meses más de realización de ecocardiografías supervisadas estrechamente por el cardiólogo.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Quiles J, García-Fernández MÁ, Almeida PB, Pérez-David E, Moreno M, Avanzas P. Portable spectral Doppler echocardiographic device: overcoming limitations. *Heart*. 2003;89:1014-8.
2. Barba Cosials J, Pérez de Isla L. Echocardiography outside the cardiology setting. Position paper and recommendations of the Spanish Society of Cardiology. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2016;69:644-6.
3. Fiuza M. Cardiotoxicity associated with trastuzumab treatment of HER2+ breast cancer. *Adv Ther*. 2009;26:S9-17.
4. Bria E, Cuppone F, Milella M, Verma S, Carlini P, Nisticò C, et al. Trastuzumab cardiotoxicity: biological hypotheses and clinical open issues. *Expert Opin Biol Ther*. 2008;8:1963-71.
5. Martín M, Esteva FJ, Alba E, Khandheria B, Pérez-Isla L, García-Sáenz JA, et al. Minimizing cardiotoxicity while optimizing treatment efficacy with trastuzumab: review and expert recommendations. *Oncologist*. 2009;14:1-11.
6. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al. Recommendations for chamber quantification. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2005;18:1140-463.
7. García Fernández MA. Is it possible to train non-cardiologists to perform echocardiography? *Rev Esp Cardiol*. 2014;67:168-70.
8. Plana JC, Galderisi M, Barac A, Ewer MS, Ky B, Scherrer-Crosbie M, et al. Expert consensus for multimodality imaging evaluation of adult patients during and after cancer therapy: A Report from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27:911-39.
9. Pérez de Isla LP, Moreno F, García Saez JA, Clavero M, Moreno N, Aguado de la Rosa CA, et al. Efficacy and learning curve of a hand-held echocardiography device in an oncology outpatient clinic: Expanding the use of echoscopic heart examination beyond cardiology. *Mol Clin Oncol*. 2015;3:820-4.
10. Spencer KT, Anderson AS, Bhargava A, Bales AC, Sorrentino M, Furlong K, et al. Physician performed point-of-care echocardiography using a laptop platform compared with physical examination in the cardiovascular patient. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37:2013-8.
11. Kawai J, Tanabe K, Yagi T, Fujii Y, Konda T, Sumida T, et al. Assessment of the clinical feasibility of OptiGo for hand-held echocardiography. *J Cardiol*. 2003;41:81-9.
12. Xie T, Chamoun AJ, McCulloch M, Tsiouris N, Birnbaum Y, Ahmad M. Rapid screening of cardiac patients with a miniaturized hand-held ultrasound imager — comparisons with physical examination and conventional two-dimensional echocardiography. *Clin Cardiol*. 2004;27:241-5.
13. Badano LP, Nucifora G, Stacul S, Gianfagna P, Pericoli M, Del Mestre L, et al. Improved workflow, sonographer productivity, and cost-effectiveness of echocardiographic service for inpatients by using miniaturized systems. *Eur J Echocardiogr*. 2009;10:537-42.