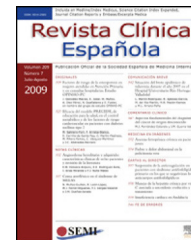




Revista Clínica Española

www.elsevier.es/rce



ORIGINAL BREVE

Enseñanza de la ecografía clínica en el pregrado: los estudiantes como mentores



G. García de Casasola Sánchez^{a,b,c,*}, D. González Peinado^b, A. Sánchez Gollarte^b,
E. Muñoz Aceituno^b, I. Peña Vázquez^b y J. Torres Macho^{a,b,c}

^a Servicio de Medicina Interna, Hospital Universitario Infanta Cristina, Parla, Madrid, España

^b Facultad de Medicina, Universidad Complutense, Madrid, España

^c Grupo de Trabajo de Ecografía Clínica, Sociedad Española de Medicina Interna

Recibido el 17 de octubre de 2014; aceptado el 30 de noviembre de 2014

Disponible en Internet el 10 de enero de 2015

PALABRAS CLAVE

Ecografía clínica
(ecografía a pie de cama);
Educación médica;
Mentoría paritaria

Resumen

Introducción: La ecografía es una técnica diagnóstica por imagen muy útil que complementa la exploración física tradicional.

Objetivo: Demostrar que estudiantes previamente formados en ecografía clínica son capaces de instruir a otros estudiantes de forma similar en un corto periodo de tiempo («mentoría paritaria»).

Metodología: Cinco estudiantes de medicina de 5.º curso formados en ecografía abdominal y cardiaca por médicos con experiencia instruyeron con el mismo procedimiento a otros 24 estudiantes. La formación constaba de un curso teórico online y de prácticas de unas 12 horas de duración en las que cada uno de los estudiantes debía realizar 6 planos abdominales y 4 planos cardiacos básicos a 20 voluntarios sanos. Posteriormente, los estudiantes fueron sometidos a una evaluación objetiva sobre modelos sanos realizada por facultativos expertos en ecografía clínica.

Resultados: Los alumnos consiguieron identificar correctamente el 90,2% de los planos básicos abdominales, a excepción de los planos coronal izquierdo (bazo y riñón izquierdo) y subcostal (vesícula biliar), con unos porcentajes de éxito ligeramente inferiores, del 82,5 y del 80%, respectivamente. Debido a la mayor dificultad de obtención de los planos cardiacos, el porcentaje de aciertos fue menor: 70,3%, en los planos subxifoideo, paraesternal corto y cuatro cámaras. El plano cardiaco con menor error de identificación fue el paraesternal largo (90% de aciertos). No observamos diferencias estadísticamente significativas entre los resultados (capacidad docente) de los distintos mentores.

Conclusión: Los estudiantes de medicina son capaces de instruir a otros compañeros (mentoría paritaria) en aspectos básicos de ecografía abdominal y cardiaca tras un periodo de formación relativamente corto.

© 2014 Elsevier España, S.L.U. y Sociedad Española de Medicina Interna (SEMI). Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: ggcasolaster@gmail.com (G. García de Casasola Sánchez).

KEYWORDS

Point-of-care
ultrasonography
(bedside
ultrasonography);
Medical education;
Peer mentoring

Teaching of clinical ultrasonography to undergraduates: students as mentors**Abstract**

Background: Ultrasonography is a highly useful diagnostic technique that supplements traditional physical examinations.

Objective: To demonstrate that students previously trained in clinical ultrasonography are capable of instructing other students in a similar manner in a short period of time ("peer mentoring").

Methodology: Five medical students in their 5th year, trained in abdominal and cardiac ultrasonography by physicians with experience, instructed 24 other students in the same procedure. The training consisted of an online theoretical course and practical training lasting about 12 hours, in which each student had to perform 6 basic abdominal planes and 4 basic cardiac planes on 20 healthy volunteers. Subsequently, the students underwent an objective assessment test on healthy models performed by expert physicians in clinical ultrasonography.

Results: The students managed to correctly identify 90.2% of the basic abdominal planes, except for the left coronal (spleen and left kidney) and subcostal (gallbladder) planes, with slightly lower success rates of 82.5% and 80%, respectively. Due to the greater difficulty of obtaining cardiac planes, the success rate was lower: 70.3%, in the subxiphoid, short parasternal and four chamber planes. The cardiac plane with the fewest errors in identification was the parasternal long plane (90% success). We observed no statistically significant differences between the results (teaching capacity) of the various mentors.

Conclusion: Medical students are capable of instructing other colleagues (peer mentoring) on the basic aspects of abdominal and cardiac ultrasonography after a relatively short training period.

© 2014 Elsevier España, S.L.U. and Sociedad Española de Medicina Interna (SEMI). All rights reserved.

Introducción

La ecografía es una técnica diagnóstica en auge dada su utilidad para detectar o descartar múltiples patologías. Además, en los últimos años disponemos de ecógrafos portátiles que pueden ser usados a pie de cama para realizar exploraciones a los pacientes en un corto periodo de tiempo. En consecuencia, la ecografía se ha convertido en una prueba de imagen esencial en muchas especialidades médicas.

En el proceso diagnóstico de cualquier enfermo es clave la historia clínica sustentada en dos pilares básicos: la anamnesis y la exploración física. La ecografía es un instrumento óptimo para mejorar el rendimiento de esta última ya que permite observar y medir con precisión múltiples órganos y detectar sus lesiones. Todo parece indicar que en los próximos años el ecógrafo portátil, como el estetoscopio, lo podrá utilizar cualquier médico. De esta forma nace el concepto de ecografía clínica; es decir, la que realiza el facultativo directamente responsable de su propio paciente¹. Una característica importante de la ecografía clínica es que se focaliza o centra en aspectos muy concretos de esta técnica que sean fáciles de realizar y que tengan relevancia clínica. Un ejemplo es el denominado protocolo FAST dirigido a detectar líquido libre intraperitoneal en el contexto del paciente politraumatizado. Es un procedimiento muy sencillo y fácil, que también puede servir para detectar ascitis o líquido libre en múltiples circunstancias².

La formación ecográfica en pregrado se está implantando de forma progresiva en diversas facultades de medicina, especialmente en Estados Unidos³⁻⁸. La ecografía facilita el aprendizaje de la anatomía, ayuda a comprender la fisiología y la fisiopatología de muchos órganos y sistemas y, sobre todo, mejora el rendimiento y fiabilidad de la exploración física realizada por los estudiantes^{7,9}. Para algunos profesores de medicina, la ecografía en la próxima década va a cambiar la forma de enseñar y practicar la medicina^{6,7}.

Cuando se pretende implantar la enseñanza de la ecografía en pregrado las principales limitaciones son la escasez de profesores capacitados y el tiempo necesario. La ecografía no puede aprenderse solamente mediante cursos teóricos o seminarios; son necesarias bastantes horas de práctica supervisada. Otra limitación de muchas facultades de Medicina de nuestro país es el elevado número de alumnos. La solución a estos problemas puede ser la integración del estudiante en la enseñanza práctica de la ecografía. Así, tras la formación de un grupo reducido de alumnos, estos podrían a su vez enseñar a otros compañeros en lo que se podría denominar mentoría paritaria o entre iguales («peer mentoring») ¹⁰⁻¹³, convirtiendo de esta forma el problema del elevado número de alumnos en una solución para la falta de educadores.

El objetivo principal de este estudio es analizar la capacidad de los alumnos de medicina para integrarse en la enseñanza práctica de aspectos básicos de la ecografía clínica mediante un diseño de mentoría paritaria y evaluar su eficacia.

¿Qué sabemos?

La enseñanza de la ecografía entre los estudiantes de medicina (pregrado) se está implantando en todas las universidades, como instrumento complementario a la exploración física. Un obstáculo para la difusión de su enseñanza es la escasez de profesores cualificados para enseñar ecografía. Este trabajo analiza si los estudiantes ya formados en ecografía elemental pueden ser buenos docentes para sus compañeros.

¿Qué aporta este estudio?

Cinco estudiantes de 5.º curso formaron a otros 24 alumnos, en un programa de 12 horas. Los alumnos consiguieron identificar el 90% de los planos abdominales básicos y el 70% de los planos cardiacos. Los estudiantes de medicina ya formados en ecografía pueden ser buenos docentes de sus compañeros.

Los Editores

Metodología

Formadores (mentores)

Cinco alumnos de 5.º curso de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid han actuado como formadores (mentores). Todos ellos eran voluntarios y eligieron este proyecto para realizar su trabajo de fin de grado. Previamente recibieron formación en ecografía consistente en:

- Curso teórico-práctico de 5 horas de duración impartido por dos facultativos con experiencia en ecografía clínica del Hospital Universitario Infanta Cristina (Parla, Madrid).
- Curso práctico consistente en la realización de 20 ecografías en pacientes con patología seleccionada en los 10 días siguientes a la formación teórico-práctica.

Tras la fase formativa, los futuros mentores fueron sometidos a una evaluación objetiva, que consistió en la realización de una ecografía a 5 pacientes seleccionados ingresados en el Servicio de Medicina Interna del Hospital Universitario Infanta Cristina, cuya historia clínica no conocían¹⁴.

Alumnos

Los cinco mentores tenían la misión de formar a otros 24 alumnos de medicina que voluntariamente accedieron a participar en el estudio. Todos ellos cursaban los cursos de medicina de 3.º, 4.º, 5.º y 6.º (Facultad de Medicina, Hospital Universitario 12 de Octubre y Hospital Universitario Infanta Cristina, Universidad Complutense de Madrid). Ninguno de ellos tenía formación previa en ecografía.

Fase de formación

Todos los alumnos realizaron un curso online que se podía realizar en unas 10-15 horas y que constaba de 6 módulos de contenido teórico. Al final de cada módulo debían aprobar una evaluación tipo test. El contenido de los módulos teóricos fue el siguiente:

- Principios físicos básicos de ecografía.
- Protocolo FAST. Detección de líquido libre abdominal.
- Valoración de la vía urinaria: riñón y vejiga urinaria.
- Valoración de la vía biliar y la vesícula.
- Valoración de los grandes vasos: aorta y vena cava inferior.
- Ecocardiografía básica.

Tras la realización del curso online, los alumnos debían recibir la formación práctica que consistía en realizar 20 exploraciones ecográficas supervisadas por los mentores a modelos voluntarios sanos sin enfermedades previas conocidas. La duración de la formación práctica fue de unas 15 horas (tres sesiones de unas cinco horas cada una).

En la [tabla 1](#) mostramos los principales planos que los mentores enseñaban a los alumnos y las estructuras anatómicas que debían identificar.

Tabla 1 Planos ecográficos básicos que los mentores debían enseñar a los alumnos

Planos básicos	Estructuras identificadas
<i>Ecografía abdominal</i>	
Coronal derecho	Hígado, riñón derecho, fosa de Morrison, diafragma
Coronal izquierdo	Bazo, riñón izquierdo, receso espleno-renal, diafragma
Pelvis transversal y longitudinal	Vejiga urinaria
Longitudinal epigastrio	Vena cava inferior, lóbulo hepático izquierdo
Transversal mesogastrio línea media	Aorta abdominal
Subcostal derecho	Hígado y vesícula biliar
<i>Ecocardiografía</i>	
Subxifoideo	Ventrículo derecho e izquierdo, aurícula derecha e izquierda, pericardio, válvulas mitral y tricúspide
Paraesternal eje largo	Ventrículo derecho e izquierdo, aurícula izquierda, válvula aórtica y mitral
Paraesternal eje corto	Ventrículo izquierdo y derecho
Apical cuatro cámaras	Ventrículo derecho e izquierdo, aurícula derecha e izquierda, pericardio, válvulas mitral y tricúspide

Tabla 2 Evaluación de la identificación por parte de los alumnos de los diferentes planos ecográficos básicos (n = 48)

Planos básicos	Bien	Regular	Mal	Porcentaje total «bien»
<i>Ecografía abdominal</i>				
Coronal derecho	45	2	1	93,75
Coronal izquierdo	41	6	1	85,4
Pelvis transversal y longitudinal	44	3	1	91,7
Longitudinal epigastrio	43	5	0	89,6
Transversal mesogastrio línea media	48	0	0	100
Subcostal derecho	39	3	6	81,3
<i>Ecocardiografía</i>				
Subxifoideo	31	10	7	64,6
Paraesternal eje largo	42	5	1	87,5
Paraesternal eje corto	33	13	2	68,8
Apical cuatro cámaras	29	16	3	60,4

Equipos ecográficos

La formación práctica se llevó a cabo con dos ecógrafos MyLab25 GOLD (Esaote). Para la obtención de los planos abdominales utilizamos una sonda convex (CA 541; 1-8 MHz) y para los planos cardíacos una sonda sectorial (Phased Array PA 240; 1-4 MHz). Todas las imágenes se obtuvieron en modo B sin usar el Doppler.

Evaluación de la formación

Tras el proceso formativo, los alumnos fueron sometidos a una evaluación objetiva de aproximadamente 20 minutos de duración. El examen fue dirigido por especialistas en Medicina Interna con más de 5 años de experiencia en ecografía clínica y sin relación alguna con los estudiantes examinados.

La prueba de evaluación consistió en la realización de una ecografía abdominal seguida de una ecocardiografía básica, a dos modelos jóvenes y sanos previamente seleccionados por los facultativos evaluadores, que no eran conocidos por los mentores ni por los alumnos.

La evaluación se dividió en dos partes (ecografía abdominal y ecocardiografía), en cada una de las cuales se valoraba la obtención de los planos ecográficos previamente aprendidos en el proceso formativo (tabla 1).

La forma de puntuar la eficacia de los estudiantes a la hora de identificar cada uno de los planos y estructuras se hizo de la siguiente manera:

- Un punto: mal. El alumno no ha podido obtener el plano y, por tanto, no podía identificar las estructuras.
- Dos puntos: regular. El plano era defectuoso o el alumno no identificaba bien las estructuras a pesar de haber conseguido un plano correcto.
- Tres puntos: bien. Plano correcto y adecuada identificación de las estructuras.

Análisis estadístico

Los datos cuantitativos se presentaron como medias $\pm$ desviación estándar y los cualitativos mediante proporciones y porcentajes. El análisis de las posibles diferencias estadísticamente significativas entre medias para múltiples grupos se analizó mediante el test ANOVA. Se consideró significativo

un valor de $p < 0,05$. Realizamos el análisis estadístico con el programa SPSS versión 17 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). El estudio fue aprobado por el comité de investigación del Hospital Universitario Infanta Cristina (Parla, Madrid).

Resultados

Cada uno de los 24 estudiantes realizó la fase de evaluación ecográfica examinando a 2 modelos (48 estudios abdominales y 48 estudios cardíacos en total).

En la tabla 2 mostramos los porcentajes de identificación correcta de los diferentes planos anatómicos por parte de los alumnos. El plano con mayor porcentaje de aciertos fue el transversal mesogástrico en el que se puede identificar la aorta abdominal (100% de aciertos). Los planos con menor porcentaje de aciertos fueron los cardíacos; sobre todo el plano subxifoideo y el plano apical cuatro cámaras, que se visualizaron correctamente solo en el 64,6 y en el 60,4%, respectivamente. En cuanto a los planos abdominales, el corte identificado con mayor dificultad fue el subcostal derecho (el plano de la vesícula biliar) con un 81% de aciertos.

La puntuación media obtenida fue de 2,78, con un rango entre 2,35 y 3.

Para valorar si había diferencias en relación con la capacidad docente de cada uno de los mentores, comparamos la puntuación global media de cada uno de sus alumnos (tabla 3). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los mentores ($p = 0,6$).

Por último hemos analizado si había diferencias entre los resultados obtenidos por los alumnos dependiendo de su curso académico (tabla 4). El curso académico no

Tabla 3 Comparación de las medias obtenidas por los alumnos según el mentor que les ha instruido

Profesor (mentor)	Media	Desviación estándar
1	2,75	0,18
2	2,73	0,20
3	2,77	0,24
4	2,77	0,15
5	2,86	0,21
Total	2,78	0,19

Tabla 4 Comparación de las medias obtenidas por los alumnos según el curso de cada uno de ellos

Curso	N	Media	Desviación estándar
3.º	3	2,80	0,11
4.º	3	2,77	0,21
5.º	12	2,75	0,23
6.º	6	2,83	0,14
Total	24	2,78	0,19

se relacionó con la obtención de mejores resultados a pesar de que pudiera esperarse que se asociara a mayores conocimientos teóricos. Curiosamente, la media de los alumnos de 3.º curso fue mejor que la obtenida por los alumnos de 4.º y 5.º cursos, si bien estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p = 0,2$).

Discusión

En diversas universidades se ha podido demostrar el enorme potencial que tienen los alumnos como docentes de otros estudiantes (mentoría entre iguales o paritaria; «peer mentoring»)¹¹⁻¹³.

En nuestro estudio demostramos que alumnos (mentores) formados primariamente por profesores de medicina pueden enseñar secundariamente a otros compañeros ecografía cardiaca y abdominal elemental con buenos resultados. Se trata de un método innovador de enseñanza que puede permitir implantar la docencia de ecografía para grandes grupos de alumnos reduciendo la necesidad de recursos (personal, tiempo, equipos, etc.). Se han publicado experiencias similares en otros trabajos^{10,15-17}, pero posiblemente este sea el primer estudio de estas características en España.

Durante la formación nos hemos centrado de forma pragmática en la enseñanza de cortes muy básicos en ecografía abdominal y cardiaca (tabla 1) de contrastada utilidad clínica en la vida real¹⁸.

La mayoría de los alumnos han sido capaces de localizar correctamente los planos ecográficos con un intervalo de puntuación media entre 2,35 y 3 sobre 3 (media 2,78) en la evaluación realizada al final del periodo de formación. Estos resultados apuntan a una curva de aprendizaje relativamente corta para los objetivos planteados y una efectividad patente del sistema formativo de mentoría. Los planos ecográficos más difíciles de conseguir por parte de los alumnos han sido el subcostal derecho para la visualización de la vesícula biliar y los planos básicos ecocardiográficos. La valoración ecográfica de la vesícula biliar puede entrañar dificultades para los principiantes, probablemente debido a la variabilidad de su localización ecográfica con respecto a otras estructuras anatómicas y por la dificultad de su delimitación cuando se presenta contraída o con poco contenido en su interior (posprandial)¹⁴. Tradicionalmente los planos ecocardiográficos posiblemente sean los más difíciles de obtener en el campo de la ecografía y muy probablemente para mejorar los resultados sea necesario un mayor número de horas de práctica por parte de los alumnos.

La ecografía clínica a pie de cama cada vez está adquiriendo mayor importancia tanto en Atención Primaria

como especializada (medicina interna, urgencias, cuidados intensivos, anestesia, etc.) y ya hay estudios en los que se demuestra claramente como mejora la rentabilidad diagnóstica con respecto a la forma tradicional de valorar a los enfermos¹⁹. Al ser una técnica operador dependiente, es de vital importancia impulsar su formación desde etapas cada vez más precoces, pudiendo ser enseñada durante la de pregrado.

La formación en ecografía facilita al estudiante de medicina el aprendizaje de materias básicas como anatomía y fisiología²⁰ y le permite mejorar la rentabilidad de la exploración física y su capacidad diagnóstica¹⁴.

Para algunos profesores de medicina, la ecografía en la próxima década va a cambiar la forma de enseñar y practicar la medicina^{3,6,7}. Probablemente hay que empezar a plantearse la necesidad de establecer una serie de cambios en los contenidos y objetivos de los planes de estudio en Medicina, así como determinar la forma de educación y evaluación de la ecografía, considerando por ejemplo si sería beneficioso incluir los cortes tomados en los sistemas PACS («Picture Archiving and Communication System») de los hospitales universitarios para facilitar el seguimiento y acceso por parte de profesores y alumnos²¹.

Entre las limitaciones de nuestro estudio destaca que la enseñanza práctica ha sido realizada exclusivamente en individuos sanos y jóvenes ya que nuestro objetivo ha sido que los alumnos aprendan a obtener los planos básicos y que identifiquen correctamente las diferentes estructuras anatómicas. Muy probablemente los resultados hubiesen sido peores si escogemos como modelos a pacientes entre los que estarían incluidos individuos obesos y de mayor edad. En cualquier caso, hay múltiples estudios en los que se demuestra la capacidad de los alumnos para detectar diversas patologías en pacientes reales tras periodos de formación relativamente cortos^{9,14,22,23}. Sin embargo, quizás en un futuro no muy lejano se generalice el uso de ecógrafos de bolsillo incluso entre los estudiantes y puedan explorar con los mismos a enfermos reales durante sus prácticas.

Otra posible limitación radica en que la enseñanza ha sido realizada en estudiantes en diferentes niveles dentro de los cursos clínicos de la carrera de Medicina (de tercero a sexto); sin embargo, como hemos visto en los resultados, no existe una diferencia importante entre los alumnos de diferentes cursos. De hecho los estudiantes de tercero han realizado exámenes equiparables a los de los cursos más avanzados.

Podemos concluir de nuestro estudio que un sistema de mentoría paritaria ha permitido alcanzar una adecuada formación en aspectos básicos de ecografía abdominal y cardiaca a un grupo de tamaño medio de alumnos de medicina. Los estudiantes adquirieron estas habilidades tras un periodo de formación relativamente corto. Estos resultados, que precisan ser confirmados en sucesivos estudios a mayor escala, sugieren que el sistema de mentoría paritaria puede facilitar la implantación de la docencia de ecografía entre los alumnos de pregrado.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Torres Macho J, García de Casasola G, Conthe Gutierrez P. Eco-cardiografía clínica básica en Medicina Interna. *Rev Clin Esp.* 2012;212:141-6.
2. Bahner D, Blaivas M, Cohen HL, Fox JC, Hoffenberg S, Kendall J, et al. AIUM practice guideline for the performance of the focused assessment with sonography for trauma (FAST) examination. *J Ultrasound Med.* 2008;27:313-8.
3. Afonso N, Amponsah D, Yang J, Mendez J, Bridge P, Hays G, et al. Adding new tools to the black bag-introduction of ultrasound into the physical diagnosis course. *J Gen Intern Med.* 2010;25:1248-52.
4. Bahner DP, Jasne A, Boore S, Mueller A, Cortez E. The ultrasound challenge: a novel approach to medical student ultrasound education. *J Ultrasound Med.* 2012;31:2013-6.
5. Bahner DP, Royall NA. Advanced ultrasound training for fourth-year medical students: a novel training program at The Ohio State University College of Medicine. *Acad Med.* 2013;88:206-13.
6. Hoppmann RA, Rao VV, Poston MB, Howe DB, Hunt PS, Fowler SD, et al. An integrated ultrasound curriculum (iUSC) for medical students: 4-year experience. *Crit Ultrasound J.* 2011;3:1-12.
7. Mircea PA, Badea R, Fodor D, Buzoianu AD. Using ultrasonography as a teaching support tool in undergraduate medical education - time to reach a decision. *Med Ultrason.* 2012;14:211-6.
8. Wong I, Jayatilleke T, Kendall R, Atkinson P. Feasibility of a focused ultrasound training programme for medical undergraduate students. *Clin Teach.* 2011;8:3-7.
9. Kobal SL, Trento L, Baharami S, Tolstrup K, Naqvi TZ, Cercek B, et al. Comparison of effectiveness of hand-carried ultrasound to bedside cardiovascular physical examination. *Am J Cardiol.* 2005;96:1002-6.
10. Ahn JS, French AJ, Thiessen ME, Kendall JL. Training peer instructors for a combined ultrasound/physical exam curriculum. *Teach Learn Med.* 2014;26:292-5.
11. Balasooriya C, Olupeliyawa A, Iqbal M, Lawley C, Cohn A, Ma D, et al. A student-led process to enhance the learning and teaching of teamwork skills in medicine. *Educ Health (Abingdon).* 2013;26:78-84.
12. Furmedge DS, Iwata K, Gill D. Peer-assisted learning - Beyond teaching: How can medical students contribute to the undergraduate curriculum. *Med Teach.* 2014;36:812-7.
13. Schwellnus H, Carnahan H. Peer-coaching with health care professionals: what is the current status of the literature and what are the key components necessary in peer-coaching? A scoping review. *Med Teach.* 2014;36:38-46.
14. García de Casasola Sánchez G, Torres Macho J, Casas Rojo JM, Cubo Romano P, Antón Santos JM, Villena Garrido V, et al. Ecografía abdominal y educación médica. *Rev Clin Esp.* 2014;214:131-6.
15. Celebi N, Zwirner K, Lischner U, Bauder M, Dittthard K, Schürger S, et al. Student tutors are able to teach basic sonographic anatomy effectively - a prospective randomized controlled trial. *Ultraschall Med.* 2012;33:141-5.
16. Jeppesen KM, Bahner DP. Teaching bedside sonography using peer mentoring: a prospective randomized trial. *J Ultrasound Med.* 2012;31:455-9.
17. Knobe M, Munker R, Sellei RM, Holschen M, Mooij SC, Schmidt-Rohlfing B, et al. Peer teaching: a randomised controlled trial using student-teachers to teach musculoskeletal ultrasound. *Med Educ.* 2010;44:148-55.
18. Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med.* 2011;364:749-57.
19. Laursen CB, Sloth E, Lassen AT, Christensen Rd, Lambrechtsen J, Madsen PH, et al. Point-of-care ultrasonography in patients admitted with respiratory symptoms: a single-blind, randomised controlled trial. *Lancet Respir Med.* 2014;2:638-46.
20. Wittich CM, Montgomery SC, Neben MA, Palmer BA, Callahan MJ, Seward JB, et al. Teaching cardiovascular anatomy to medical students by using a handheld ultrasound device. *JAMA.* 2002;288:1062-3.
21. Hughes DR, Kube E, Gable BD, Madore FE, Bahner DP. The sonographic digital portfolio: a longitudinal ultrasound image tracking program. *Crit Ultrasound J.* 2012;4:15.
22. Decara JM, Kirkpatrick JN, Spencer KT, Ward RP, Kasza K, Furlong K, et al. Use of hand-carried ultrasound devices to augment the accuracy of medical student bedside cardiac diagnoses. *J Am Soc Echocardiogr.* 2005;18:257-63.
23. Panoulas VF, Daigeler AL, Malaweera AS, Lota AS, Baskaran D, Rahman S, et al. Pocket-size hand-held cardiac ultrasound as an adjunct to clinical examination in the hands of medical students and junior doctors. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2013;14:323-30.