

Imaging

국내 의과대학 학생의 확장한 외상환자 선별 초음파 검사(eFAST)의 수행 능력에 대한 평가와 고찰

동국대학교 일산병원 응급의학과

전두정 · 도한호 · 이승철 · 이정훈 · 서준석 · 박성호 · 김희영

The Assessment and Consideration about Feasibility of eFAST Exam in Medical School Students in Korea

Doojung Jun, M.D., Hanho Doh, M.D., Seungchul Lee, M.D., Junghun Lee, M.D., Junseok Seo, M.D., Sungho Park, M.D., Heeyoung Kim, M.D.

Purpose: Emergency physicians usually perform ultrasound exams for patients with multiple injuries. Extended focused assessment with sonography for trauma (eFAST) can reveal injuries from chest to the abdomen immediately. However, in Korea, the curriculums of medical schools do not currently include eFAST. We have devised a study to assess the feasibility of the eFAST exam in medical school students.

Methods: This study was conducted in students in their fifth year out of six years of medical school, over 11 weeks. Four Emergency Medicine specialists trained the students over 4 hours, tested the students, and conducted a questionnaire.

Results: Average age of students was 25.9 ± 2.6 years, and 24 were male and 20 were female. Mean success rate of 17 components on the eFAST exam was 95.9% (94.6%-97.4%). The success rate of transverse view of aorta, transverse view of bladder, lung sliding sign, and sea-shore sign of both anterior chest walls was 100%, scanning the spleen and attaching the probe to a body surface were 75%, 86.3%. Total time consumption was 449.0 ± 22.2 seconds. The questionnaires showed that the eFAST exam for the splenorenal recess, spleen, and left upper quadrant lung was difficult.

Conclusion: We found that medical students in Korea could perform the eFAST exam by themselves after 4 hours education. In the future, these findings can be helpful in development of an eFAST education program for medical students.

Key Words: Ultrasonography, Education, Medical students

Department of Emergency Medicine, Dongguk University Medical Center Ilsan Hospital, Koyang, Korea

Article Summary

What is already known in the previous study

Emergency physicians usually perform ultrasound exams for patients with multiple injuries. Extended focused assessment with sonography for trauma (eFAST) can reveal injuries from chest to the abdomen immediately. However, in Korea, the curriculums of medical schools do not currently include eFAST.

What is new in the current study

We found that medical students in Korea could perform the eFAST exam by themselves after 4 hours education. In the future, these findings can be helpful in development of an eFAST education program for medical students.

서 론

초음파 검사는 장비의 발전과 더불어 그 편의성과 신속성, 또한 비 침습적이라는 장점이 크게 부각되어 다양한 분야에서 활용되고 있다. 최근에는 영상의학을 전공하지 않은 임상 의사들도 의사결정 및 다양한 술기의 시행을 위하여 초음파 검사를 사용하는 빈도가 늘어나고 있다^{1,2)}. 이렇듯, 임상 의사들이 환자를 진료하면서 초음파 검사를 직접 시행하는 경우가 점차 많아지고 있으며 외국의 경우 이러한 초음파 교육이 졸업 이전의 의과대학 학생들에게도 이루어져야 한다는 의견들이 제시되고 있다^{3,4)}. 특히 응급실에서 외

책임저자: 도 한 호
경기도 고양시 일산동구 식사동 814
동국대학교 의과대학 일산병원 응급의학과
Tel: 031) 961-7761, Fax: 031) 961-7529
E-mail: erdohh@naver.com

접수일: 2013년 12월 16일, 1차 교정일: 2013년 12월 17일
게재승인일: 2014년 6월 23일

상환자를 대상으로 하는 실시간의 침상 옆 초음파검사는 많은 결정적인 정보들을 신속하게 제공해주기 때문에 응급 의학과 의사들의 임상적 판단에 큰 도움이 된다. 초음파를 이용한 외상환자 평가의 대표적인 지침은 외상환자 선별 초음파 검사(focused assessment with sonography for trauma; FAST)를 들 수 있는데 이는 1999년 국제합의회의를 통해 기본적으로 심장 주위, 간 주위, 비장 주위, 골반강에서 삼출액 저류를 확인하도록 권고하고 있다⁵⁾. 그 이후 FAST는 기흉이나 혈흉에 대한 평가가 포함된 확장된 외상환자 선별 초음파 검사(extended FAST; eFAST) 형태로 발전하여 외상환자의 초기평가에 활용되고 있다⁶⁾.

이러한 eFAST 검사를 이용하여 다발성 외상 환자를 평가하기 위해서는 반드시 교육이 필요하지만 현재 국내의 의과대학 교육과정에는 초음파의 원리와 초음파 영상에 대한 설명만 있을 뿐 실제로 초음파 검사를 시행하는 과정은 포함되어 있지 않다. 또한 졸업 후 전공의 수련 과정에서 소수의 전공과를 제외하면 교육을 받을 수 있는 기회가 드물기 때문에 학생들은 초음파를 습득하기 어려운 술기로 생각하는 경우가 많다. 최근 외국에서는 의과대학 재학생들에게 초음파 검사를 교육한 결과 해부학적 지식이나 신체 검진방법에 대한 이해도가 증가하는 효과를 보였으며, 학생들이 부분적이지만 초음파 검사를 시행할 수 있고 그 결과를 판독할 수 있었다는 보고들이 있다^{3,7)}. 해외에서는 이미 초음파 검사가 현실적인 학부교육의 목표로까지 고려되고 있지만 아직까지 국내에서는 이에 대한 연구나 시도가 이루어지지 않고 있다.

이에 저자들은 eFAST 교육을 받은 의대생들이 실제로 초음파 검사를 성공적으로 시행할 수 있는지를 확인하기 위하여 조사를 시행하였다.

대상과 방법

1. 연구 대상과 자료의 수집

이 연구의 대상은 2011년 3월 1일부터 2011년 5월 14일까지 총 11주 동안 본원 응급실로 임상실습을 나온 6년제 의과대학의 5학년 학생들이다. 저자들은 이들 학생들에게 응급의학과 임상실습 중에 eFAST를 교육한 후 평가 및 설문으로 조사했던 자료를 본원의 임상시험윤리위원회의 승인 후 후향적으로 분석하여 단면조사 연구(cross sectional study)를 시행하였다.

2. 교육과정 및 초음파 검사의 내용

1) 교육과정

교육은 2년 이상의 복부 초음파 검사의 경험이 있는 4명

의 응급의학과 전문의가 시행하였다. 이들 중 eFAST에 대하여 3년 이상, 100례 이상을 시행한 경험이 있는 1명의 전문의가 책임강사를 맡아서 이론교육을 전담하였으며 처음 5차례의 실습교육도 시행하였다. 그 외 3명의 전문의들은 최소 2회 이상의 이론 및 실습교육을 참관한 후 책임강사의 감독하에 2회의 실습강의와 교육 후 평가에 참여하였다. 실습교육의 장소와 초음파는 동일하게 유지하였으며 남성 모의환자를 이용하여 실습과 평가가 이루어졌다.

초음파 교육과정은 총 4시간으로 교육은 2시간의 이론 교육과 2시간의 실습 교육으로 이루어졌다. 이론 교육은 동영상과 포함된 슬라이드 강의로 이루어졌다. 기본적인 초음파의 원리, 초음파 기계의 조작 방법에 대하여 30분동안 설명하였고, 다음 1시간 동안 복부의 해부학과 정상 초음파 소견 및 eFAST의 각각의 검사항목들에 대하여 교육하였으며, 마지막 30분 동안은 eFAST의 정상소견과 비정상소견을 비교하는 교육을 시행하였다. 실습교육은 4시간 이상 금식한 표준체형의 남성 모의환자를 대상으로 이루어졌다. 첫 한 시간 동안은 4명의 학생이 각각 15분 동안 실습강사와 함께 모의환자에게 eFAST 검사를 시행하였으며 본인의 교육이 끝나도 침상 곁에서 다른 학생들의 검사를 3차례 관찰하도록 하였다. 다음 한 시간은 학생들이 주도하여 eFAST 검사를 연습하였고 강사는 질문에만 답변하였다. 초음파 기기는 SONOACE ×8[®] (Samsung Medison, Co., Ltd. KOREA)을 사용하였고 초음파 탐촉자는 곡선형의 2~8 MHz (C2-8, Samsung Medison, Co., Ltd. KOREA)를 사용하였다.

2) 초음파 교육내용

저자들은 학생들에게 신체의 13부위에서 17개 항목을 초음파로 검사하는 방법을 교육하였다. 학생들에게 교육한 초음파 검사는 기존의 eFAST 검사에 하복부와 복부 대동맥의 검사를 추가한 수정된 eFAST 검사이며, 검사의 순서는 다음과 같다. 먼저 Kirkpatrick 등⁸⁾이 제안한 양측 전흉부의 2번째 늑간의 정중쇄골선 위치에서 흉막 미끄러짐을 확인하고 이후 Volpicelli 등⁹⁾이 권고한 후방 액와선과 4~5번째 늑간의 교차점에서 흉막삼출의 여부를 확인한다. 그리고 심장막 삼출액의 유무를 확인하고 복강 내 저류를 확인하기 위하여 간 후면, 우측 간-신장 경계, 비장, 좌측 비장-신장 경계, 양측 결장 옆 고랑(paracolic gutter)과 방광주변을 검사한 후 마지막으로 복부 대동맥을 검사한다 (Fig. 3). 획득한 영상은 정지영상으로 저장하는 것을 원칙으로 하였으며, 폐 미끄러짐(lung sliding) 현상은 M형 초음파를 이용하여 기록하였다.

3. 평가방법과 설문조사

교육이 끝난 후 각 학생에 대한 초음파 수행도 평가와 설

문조사가 이루어졌다. 학생들은 실습 교육 당시 배정 받은 모의환자를 제외하고 다른 남성 모의환자를 무작위로 배정받아 eFAST 검사를 시행하였다. 학생들이 교육받은 17종류의 영상을 적절히 획득하였는지의 여부는 미리 정해진 지침에 따라 평가하였고, 이때 소요된 시간을 측정하였다. 정해진 영상을 확보하고 이에 대해 설명을 할 수 있는 경우를 성공으로 인정하였으며, 2분 내에 영상을 확보하지 못하거나 해부학적인 구조를 설명하지 못하는 경우 실패로 간주하였다.

초음파 기계의 조작에 대해 time gain compensation (TGC)의 조절, 초음파 투과 깊이의 조절, 정지영상의 사용, M형 초음파의 사용, 탐촉자의 밀착 방법의 5가지 항목을 평가하였다. 저자들은 학생들이 검사를 시행하기 전 TGC 조절버튼을 가장 낮은 상태로, 초음파 투과의 깊이를 5 cm로 설정한 채로 학생들이 이를 조작하여 검사에 적합한 상태를 맞추는지를 확인하였다. 정지영상의 사용은 초음파 화면을 멈추고 영상으로 되감아서 적절한 영상을 확보할 수 있는지 여부를 확인하였고, 흉막의 미끄러짐을 기록할 때 M형 초음파의 사용의 적절성을 평가하였다. 탐촉자의 밀착도는 eFAST에서 확보한 영상의 좌-우측에서 허상이 보이지 않고 조직의 영상이 확보된다면 밀착되어 있는 것으로 판단하였다.

설문조사는 eFAST 실행 평가가 끝난 후에 시행하였다. 학생들에게 eFAST에서 검사하는 17개 종류의 영상검사 항목들과 5가지 초음파 조작에 대한 난이도를 조사하였다. 난이도에 대한 설문지 답변은 리커드 6점 척도(0=매우 어렵다, 5=매우 쉽다)로 측정하였다. 학생들이 초음파 검사를 시행한 모의환자들의 체질량 지수와 허리둘레도 확인하여 기록하였다.

4. 자료의 수집

주요 결과 변수로 eFAST의 17개 항목의 검사 성공률과 초음파 조작과 연관된 5개 항목에서 장애 발생 여부를 확인하였다. 부가적인 결과변수로 eFAST의 항목별 소요시간을 분석하였고 설문조사에서 파악한 검사 항목별 난이도와 초음파 조작의 난이도를 분석하였다.

5. 통계적 분석

통계분석은 SPSS version 18.0 (IBM, Inc., Armonk, NY, USA) 을 이용하였다. 연속변수는 평균과 표준오차로 명목변수는 빈도수와 백분율(%)로 표기하였으며, eFAST의 평균 성공률은 95% 신뢰구간으로 표시하였다. 난이도에 대한 설문조사 결과는 중앙값과 사분위 값으로 표시하였으며 이를 쉬움과 어려움의 두 군으로 분류하여 모식화하였다. 학생들의 나이와 성별, 모의환자의 체형에 따라 성

공률과 소요시간의 차이가 발생하는지를 확인하기 위하여 다변량 분석을 시행하였으며 비율검정을 통하여 기존의 연구결과와 성공률을 비교하였다. 유의수준이 5% 미만인 경우를 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

결 과

44명의 학생들은 4시간의 초음파 교육을 모두 이수하였고 교육 후 eFAST 수행에 대한 평가를 받았다. 연구에 포함된 학생들은 남자 24명, 여자 20명이었으며 평균 나이는 25.9 ± 2.6 세였다. 학생들 중 2명이 FAST의 개념을 들어본 적이 있다고 대답하였으나 교육은 모두가 받은 적이 없다고 답하였다. 학생들이 검사한 표준환자들의 체질량 지수는 $21.7 \pm 0.3 \text{ kg/m}^2$, 허리둘레는 30.5 ± 0.2 인치였다 (Table 1). 17개 항목에 대한 eFAST 검사의 성공률의 평균은 95.9% (94.6%~97.4%)로 나타났다. 각 항목별로는 대동맥의 가로영상 확인과 방광의 가로영상 확인, 양측의 폐 미끄러짐, 양측에서 M형 초음파로 해안선징후를 확인하는 6가지 항목에서 100.0%의 성공률을 보였으며, 비장을 확인하는데 75.0%로 가장 낮은 성공률을 보였다. 초음파 조작에 대한 5가지 항목에서는 탐촉자의 밀착 방법에서 86.3%로 비교적 낮은 성공률을 보였으나 TGC 조절, 초음파 투과 깊이의 조절에서 95.4%, 정지영상의 사용, M형 초음파의 사용에서 100% 성공률을 보였다 (Table 2). 학생들이 표준 환자에게 시행한 17가지 항목의 eFAST 검사의 총 소요시간은 449.0 ± 22.2 초로 나타났는데 간 콩팥오목을 확인하는데 44.6 ± 3.5 초로 가장 긴 시간이 소요되었으며, 해안선 징후를 확인하는데 13.7 ± 1.1 초로 가장 짧은

Table 1. Baseline characteristics of the students and standard patients.

Characteristics	Value
Age (Years)	25.9 ± 2.6
Gender	
Male	24 (54.5%)
Female	20 (45.5%)
Awareness of FAST/eFAST	
Yes	2 (4.5%)
No	42 (95.5%)
Training of FAST/eFAST	
Yes	0 (0.0%)
No	44 (100.0%)
Standard patients	
BMI (kg/m^2)	21.7 ± 0.3
Waist (inches)	30.5 ± 0.2

FAST: focused assessment with sonography for trauma, eFAST: extended focused assessment with sonography for trauma, BMI: body mass index

Table 2. The success rate of 17 components in eFAST exam and 5 components in machine control.

Components	Success	Fail
Regions of eFAST		
Right lung sliding	44 (100.0%)	0 (0.0%)
Left lung sliding	44 (100.0%)	0 (0.0%)
Right lung seashore sign	44 (100.0%)	0 (0.0%)
Left lung seashore sign	44 (100.0%)	0 (0.0%)
Right upper quadrant lung view	43 (97.7%)	1 (2.3%)
Left upper quadrant lung view	42 (95.5%)	2 (4.5%)
Pericardium	40 (90.9%)	4 (9.1%)
Liver posterior dome	42 (95.5%)	2 (4.5%)
Hepatorenal recess	43 (97.7%)	1 (2.3%)
Spleen, longitudinal view	33 (75.0%)	11 (25.0%)
Splenorenal recess	43 (97.7%)	1 (2.3%)
Right paracolic gutter	39 (88.6%)	5 (11.4%)
Left paracolic gutter	43 (97.7%)	1 (2.3%)
Perivesical view, longitudinal	42 (95.5%)	2 (4.5%)
Perivesical view, transverse	44 (100.0%)	0 (0.0%)
Aorta, longitudinal	43 (97.7%)	1 (2.3%)
Aorta, transverse	44 (100.0%)	0 (0.0%)
Machine control		
Probe attachment	38 (86.4)	6 (13.6)
Freeze with rewind	44 (100.0%)	0 (0.0%)
M-mode control	44 (100.0%)	0 (0.0%)
Depth control	42 (95.5%)	2 (4.5%)
TGC control	42 (95.5%)	2 (4.5%)

TGC: Time Gain Compensation

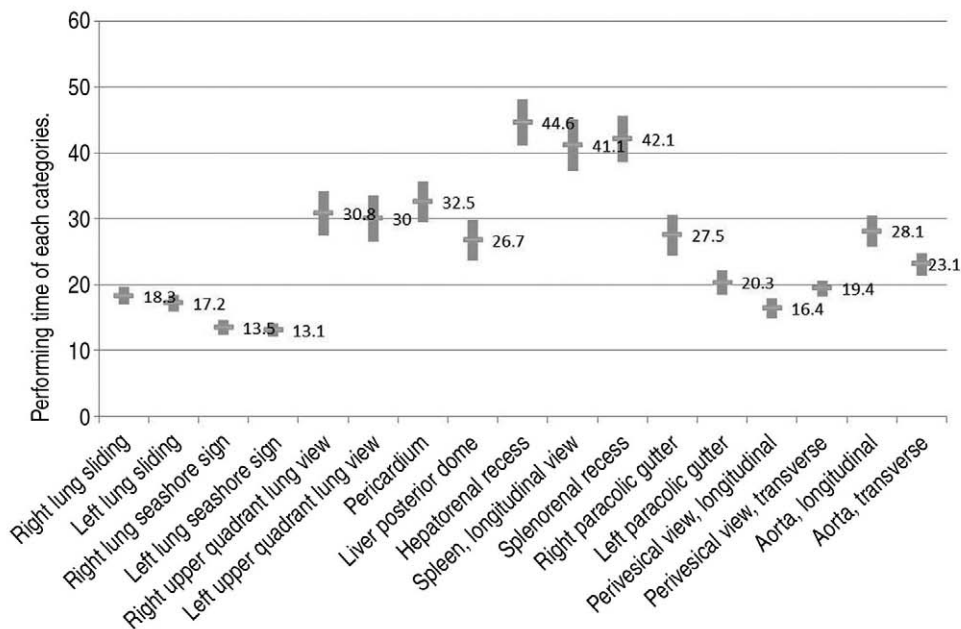


Fig. 1. Time consumption for 17 components of eFAST exam.

This picture show the Time consumption for 17 components of eFAST exam. Vertical lines mean range of standard error of each component, and horizontal lines in the center present average time. The numbers besides means the seconds consumed.

시간이 소요되었다(Fig. 1). 성공여부와 소요시간은 학생들의 나이와 성별, 표준환자의 체질량지수에 따른 유의한 차이가 없었다.

교육 후에 학생들 응답한 eFAST의 17개 항목의 난이도는 비장콩팥오목의 확인과 비장의 장축 확인, 좌측 횡경막 상부의 측-후부 폐부 확인에서 어렵다는 대답이 많은 반면에 간 상부 후면의 관찰, 방광의 가로와 세로 영상의 확인, 좌측 및 우측 결장 옆 고랑의 확인, 대동맥의 가로와 세로 영상의 확인, 양측의 폐 미끄러짐에 대한 검사는 대부분 쉽다고 답했다. 또한 초음파 조작에 대한 5가지 항목의 난이도에 대한 설문에서 TGC 조절, 초음파 투과 깊이의 조절, M형 초음파의 사용은 대부분 쉽다고 대답했으나 탐촉자를 밀착시키기는 것은 어렵다고 대답한 학생들이 많았다(Table 3, Fig. 2).

고 찰

저자들이 국내의 일개 의과대학 5학년 학생들을 교육한 후 평가한 17개 항목의 eFAST 검사 성공률은 95.9%로 나타났으며 검사 항목별로 소요시간과 난이도의 차이를 확인할 수 있었다. 저자들이 연구에서 검사 성공률은 95.9%로, 이는 Gogalniceanu 등⁷⁾이 25명의 의대생에게 FAST

를 교육 후 확인한 86.0%의 성공률이나, Heegaard 등¹⁰⁾이 응급 구조사 104명에게 FAST 교육 후 확인한 성공률 92.3%와 비슷하거나 높았다. 이번 연구에서 초음파 성공률이 95% 이하로 나타난 부분은 심장 막 주변, 비장의 장축 검사, 우측 결장 옆 고랑의 검사였는데 이들 중 비장의 장축 검사의 성공률이 75%로 가장 낮았으며 소요된 시간도 가장 길었다. 응급의학과 의사들에게 FAST를 교육할 때에도 비장이나 비장-신장 경계를 관찰하는데 어려움을 호소하는 경우가 흔한데, 이는 비장은 늑골에 가려져 있어서 그 전장을 관찰하려면 늑골 사이로 그 주행방향에 맞추어 탐촉자를 조작하여야 하기 때문이다. 이러한 술기는 단기간의 교육만으로 충분히 익숙해지기가 어렵다. 이번 연구에서 두 번째로 성공률이 낮았던 부분은 우측의 결장 옆 고랑의 확인이었다. 우측 결장 옆 고랑 주위에는 장내 공기가 있어서 초음파의 투과를 방해하고 시야를 확보하기 어려운 경우가 있는데 이때는 점진적인 압박을 통하여 공기를 밀어내면서 영상을 확보하여야 한다. 세 번째로 성공률이 낮았던 부분은 심장 막 주변을 관찰하기 위한 흉골 하 초음파 검사였다. 영상의 확보를 위해서는 흉골 아래에서 탐촉자를 적절히 기울여서 접촉시킨 채로 압력을 가하는데 이때 간을 초음파 매개로 잡으면 영상 확보가 유리하다. 저자들의 연구에서 학생들은 이러한 검사 방법들에 대하여 교육을 받았으나 4시간 동안의 강의와 실습으로는 충분한 경험을 축적하기 어려웠다고 생각한다. 향후 eFAST에 대한 교육과정을 개발한다면 이러한 성공률이 낮은 부분을 보완할 수 있는 교육과정을 설계할 필요가 있다.

반면에 저자들은 높은 성공률을 보인 eFAST 항목들을 주목할 필요가 있다고 생각한다. Heegaard 등¹⁰⁾은 단기교육을 받은 응급 구조사들이 복부 대동맥류(abdominal aortic aneurysm)를 확인하기 위한 복부 대동맥의 초음파 검사에서 정상 대동맥을 확인하는데 100% 성공하였다고 보고하였다. 저자들의 연구에서는 학생들이 대동맥의 가로 스캔과 방광의 가로스캔을 시행하는데 모두 성공하였을 뿐만 아니라, 양측 앞가슴에서 흉막의 미끄러짐을 확인하는 검사와 이를 M형 초음파로 기록하는 해변징후의 확인에도 모두가 성공하였다. 또한 우측 흉곽의 측후면에서 흉막 삼출을 확인하는 검사와 간-신장 경계, 비장-신장 경계, 좌측 결장 옆 고랑, 대동맥의 세로스캔 검사에서도 44명 중에서 1명을 제외하고 모두 성공하였다. 특히 이번 연구를 통하여 학생들이 앞가슴에서 폐 미끄러짐이나 측후면 가슴에서 흉막 삼출을 확인하는 초음파 검사를 쉽게 시행할 수 있다는 점을 확인한 것은 시사하는 바가 크다. Harberkorn 등¹¹⁾은 검사 위치에서 지방층이 증가할수록 초음파 영상의 질이 떨어진다고 보고하였는데 이에 비추어 보면 저자들의 연구에서 정상 체형의 모의환자를 대상으로 한 검사 성공률은 실제 비만한 환자를 대상으로 하는 경우 성공률이 상당히 낮아질 가능성이 있다. 하지만 비만 환자의 경우에도

Table 3. The difficulties of 17 components in eFAST exam and 5 components in machine control.

Regions	Median (IQR)
Right lung sliding	4 (3, 4)
Left lung sliding	4 (3, 4)
Right lung seashore sign	4 (3, 4)
Left lung seashore sign	4 (3, 4)
Right upper quadrant lung view	3 (2, 3)
Left upper quadrant lung view	2 (2, 3)
Pericardium	3 (2, 4)
Liver posterior dome	3 (3, 4)
Hepatorenal recess	3 (2, 3)
Spleen, longitudinal view	2 (1, 2.7)
Splenorenal recess	2 (2, 3)
Right paracolic gutter	3.5 (3, 4)
Left paracolic gutter	3.5 (3, 4)
Perivesical view, longitudinal	4 (3, 4)
Perivesical view, transverse	4 (3, 5)
Aorta, longitudinal	4 (3, 4)
Aorta, transverse	4 (3, 4)
Probe attachment	2 (2, 3)
Freeze with rewind	4 (3, 4)
M-mode control	4 (4, 4.8)
Depth control	4 (4, 5)
TGC control	3 (2.3, 4)

TGC: Time Gain Compensation, IQR: interquartile range

앞가슴에서 흉막까지 공간이나, 흉곽의 측 후면에서 흉막까지 공간은 복부에 비하여 지방질의 침착이 적고 또한 초음파가 투과하는 거리가 상대적으로 얇다. 그러므로 학생들이 높은 성공률은 보인 폐 초음파 검사는 비만한 환자를 포함한 실제 환자들을 대상으로 시행하였을 때도 성공률이 높을 것이라고 생각한다.

교육 후에 학생들이 응답한 난이도에 대한 설문조사 결과로 비장의 장축을 검사하는 항목이 어려웠다는 답변이 가장 많았는데 이는 성공률도 가장 낮았던 부분이다. 하지만 양측 측 후부 흉곽에서 흉막삼출을 확인하는 검사는 성공률 높았던 것에 비하여 어렵다고 대답한 학생들이 많았다. 저자들의 병원에서는 측후부의 흉곽에서 흉막 삼출을 검사할 때 탐촉자를 침상과 환자의 등 사이에 넣고 하늘방향으로 들어 올리면서 이를 최대한 등쪽에 밀착을 시키는

검사자세를 취하게 하는데 이러한 지침이 다른 위치의 검사에 비하여 다소 복잡하게 느껴져 수행하기 어려웠다는 응답이 있었다. 반면 eFAST 항목에서 폐 미끄러짐의 관찰, 간후면의 관찰, 양측 결장 옆 고랑의 관찰, 방광의 장축 및 단축 관찰, 대동맥의 장축 및 단축의 관찰은 쉽다고 대답한 학생들이 많았다. eFAST 검사를 시행하는데 필요한 5가지 초음파 조작법 중에서는 탐촉자를 환부에 접촉시키는 것이 어려웠다는 대답이 가장 많았는데 이 역시 평가에서 가장 낮은 성공률을 보인 항목이었다(Fig. 3).

이 연구는 국내의 의과대학 교육과정을 이수한 학생들이 eFAST 초음파 수행이 가능함을 처음으로 확인하였다는 점에서 의의가 있다고 생각한다. 그리고 이번 연구에서는 eFAST 검사항목과 초음파 조작 방법 각각에 대하여 수행 능력을 평가하고 난이도를 조사하였는데, 이러한 접근을

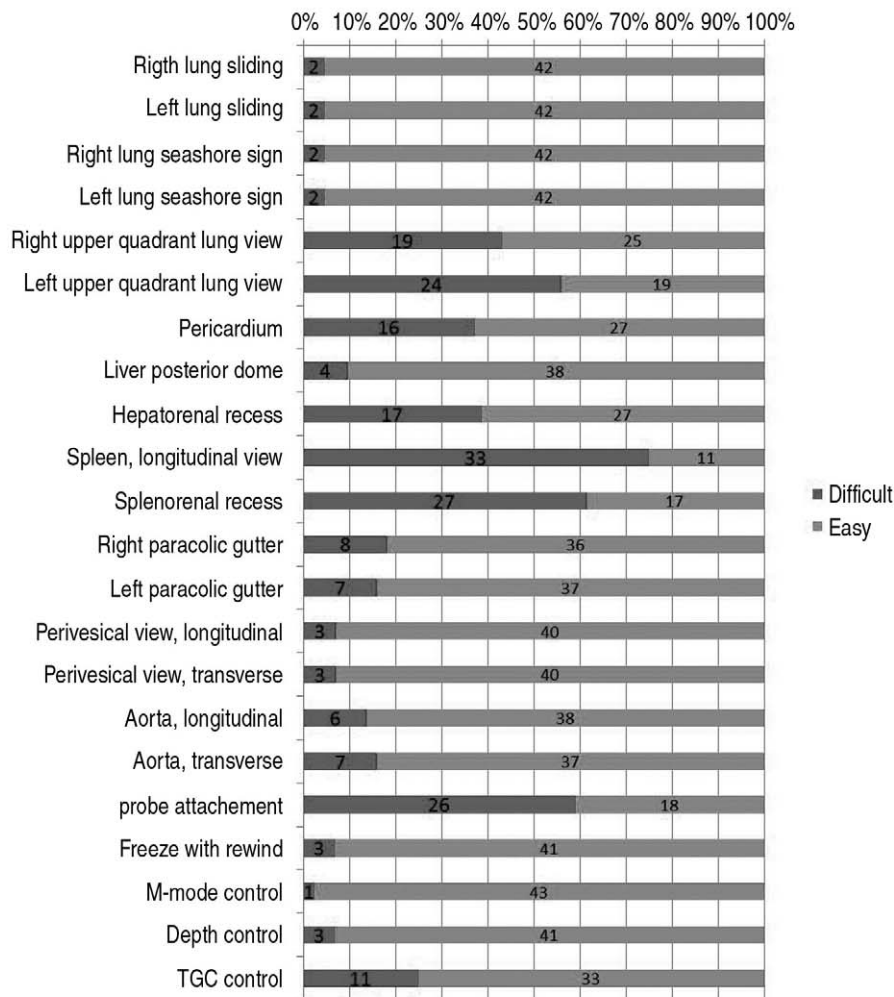


Fig. 2. The difficulties of 17 components in eFAST exam and 5 components in machine control.

This picture is schematization of the questionnaire's result about difficulties of 17 components in eFAST exam and 5 components in machine control. The degree of difficulty was bisected to easy and difficult. Score 0~2 classified to difficult and score 3~5 classified to easy. The dark gray on the left were the number of students who answered difficult and the light gray on the right were the number of students who answered easy.

TGC: Time Gain Compensation

통하여 단기간의 교육을 통하여 쉽게 습득할 수 있는 항목과 그렇지 않은 항목을 구분하고자 시도했던 점도 기존의 연구들과의 차이점으로 들 수 있다. 하지만 이번 연구는 다음의 몇 가지 제한점을 가진다. 첫째로, 연구에 참가한 학생의 숫자가 44명으로 적은 수였고 한 개의 의과대학의 학생들만을 대상으로 하였다는 점에서 연구 결과를 일반화하기에는 어려움이 있다. 두 번째로 저자들은 학생들이 초음파를 시행할 수 있는지 여부와 시행에 장애가 발생하는 요인에 대해서만 조사하였기 때문에 이번 연구를 통하여 eFAST 교육의 효과를 파악할 수는 없었다. 초음파의 교육 효과를 확인하기 위한 후속 연구에서는 교육 전후의 지식

의 평가가 포함되어야 할 것이다. 세 번째 제한점으로, 학생들이 eFAST 이상소견을 직접 관찰하지 못하였다는 점이다. 학생들은 슬라이드 강의를 통하여 비정상 소견을 교육받았지만, 교육 후 평가는 정상 모의환자에게 eFAST 검사를 시행하여 정상적인 해부학 구조를 획득하는 것을 목표로 하였기 때문에 실제로 학생들이 비정상 소견을 파악하고 판독하는 능력은 평가할 수가 없었다. 보다 높은 교육 효과를 기대하기 위해서는 이러한 부분을 보완하여 시뮬레이션 교육이 필요할 것이다. 마지막 제한점으로 학생들은 통제된 모의환자만을 대상으로 초음파를 시행하였다는 점이다. 모의환자들은 과제중이나 비만한 이가 없었고 4시간

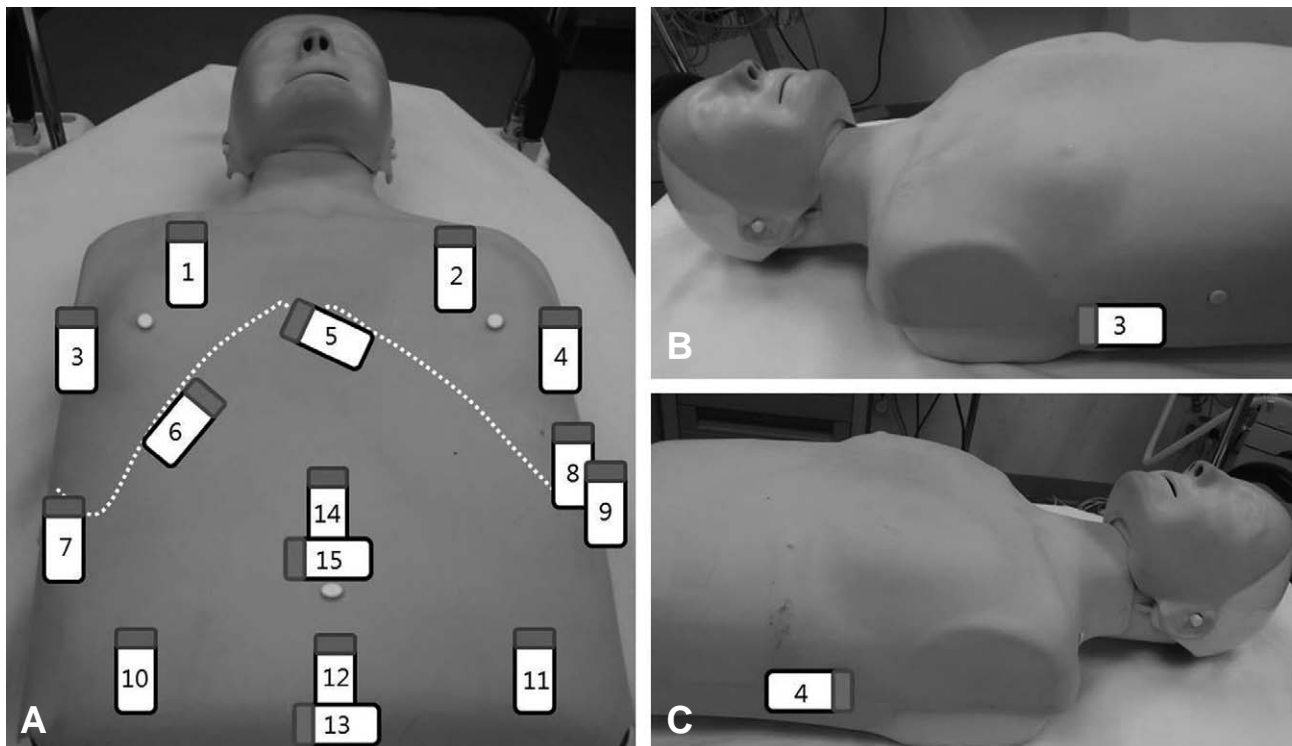


Fig. 3. Sequences and anatomical references of modified eFAST exam for education.

- 1: Right lung sliding, recorded as M-mode
- 2: Left lung sliding, recorded as M-mode
- 3: Right upper quadrant lung view
- 4: Left upper quadrant lung view
- 5: Pericardium
- 6: Liver posterior dome
- 7: Hepatorenal recess
- 8: Spleen, longitudinal view
- 9: Splenorenal recess
- 10: Right paracolic gutter
- 11: Left paracolic gutter
- 12: Perivesical view, longitudinal
- 13: Perivesical view, transverse
- 14: Aorta, longitudinal
- 15: Aorta, transverse

This picture shows sequences and anatomical references of modified eFAST exam during education. The number in the box and blue square means the sequence of exam and direction of the probe.

이상의 금식을 하였기 때문에 학생들은 실제 환자들을 대상으로 하는 것보다 쉽게 영상을 얻을 수 있었을 것이다. 향후 eFAST 검사의 교육효과를 확인하기 위한 연구에서는 이러한 제한점들을 보완할 필요하다고 생각한다.

결 론

저자들은 2시간의 이론 교육과 2시간의 실습 교육을 받은 본과 3학년의 의대생들이 17개의 eFAST의 항목을 성공적으로 스캔 할 수 있음을 확인하였다. 이번 연구를 통하여 확인한 항목별 성공률과 난이도는 향후 eFAST 교육과정을 개발할 때 중요한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Wigmore TJ, Smythe JF, Hacking MB, Raobaikady R, MacCallum NS. Effect of the implementation of NICE guidelines for ultrasound guidance on the complication rates associated with central venous catheter placement in patients presenting for routine surgery in a tertiary referral centre. *Br J Anaesth.* 2007;99:662-5.
2. Wright SA, Bell AL. Enhancement of undergraduate rheumatology teaching through the use of musculoskeletal ultrasound. *Rheumatology (Oxford).* 2008;47:1564-6.
3. Arger PH, Schultz SM, Sehgal CM, Cary TW, Aronchick J. Teaching Medical Students Diagnostic Sonography. *J Ultrasound Med.* 2005;24:1365-9.
4. 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.
5. Eric L, Lee S. *Trauma: A Comprehensive Emergency Medicine Approach: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS;* 2011. p. 471-7.
6. Körner M, Krötz MM, Degenhart C, Pfeifer KJ, Reiser MF, Linsenmaier U. Current Role of Emergency US in Patients with Major Trauma. *Radiographics.* 2008;28:225-42.
7. Gogalniceanu P, Sheena Y, Kashef E, Purkayastha S, Darzi A, Paraskeva P. Is Basic Emergency Ultrasound Training Feasible as Part of Standard Undergraduate Medical Education. *J Surg Educ.* 2010;67:152-6.
8. Kirkpatrick AW, Sirois M, Laupland KB, Liu D, Rowan K, Ball CG, et al. Hand-Held Thoracic Sonography for Detecting Post-Traumatic Pneumothoraces: The Extended Focused Assessment With Sonography For Trauma (EFAST). *J Trauma.* 2004;57: 288-95.
9. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al. International evidence based recommendations for point of care lung ultrasound. *Intensive Care Med.* 2012;38:577-91.
10. Heegaard W, Hildebrandt D, Spear D, Chason K, Nelson B, Ho J. Prehospital ultrasound by paramedics: results of field trial. *Acad Emerg Med.* 2010;17:624-30.
11. Haberkorn U, Layer G, Rudat V, Zuna I, Lorenz A, van Kaick G. Ultrasound Image Properties influenced by abdominal wall thickness and composition. *J Clin Ultrasound.* 1993;21:423-9.

Appendix

No (연월일 - No)

성명

성별/나이

FAST/eFAST의 개념에 대하여 들어본 적이 있는가?

예

아니오

FAST/eFAST에 대한 교육을 받은 적이 있는가?

예

아니오

다음의 Target view를 확인하는데 얼마나 어려움이 있었는가?

6점 척도 (0: 매우 어렵다, 5: 매우 쉽다)								이유
1	Right lung sliding	0	1	2	3	4	5	
2	Right lung sea-shore sign	0	1	2	3	4	5	
3	Left lung sliding	0	1	2	3	4	5	
4	Left lung sea-shore sign	0	1	2	3	4	5	
5	Pleural view (RUQ)	0	1	2	3	4	5	
6	Pleural view (LUQ)	0	1	2	3	4	5	
7	Peri-cardial (subcostal)	0	1	2	3	4	5	
8	Liver post. Capsule	0	1	2	3	4	5	
9	Hepato-renal recess	0	1	2	3	4	5	
10	Spleen	0	1	2	3	4	5	
11	Spleno-renal recess	0	1	2	3	4	5	
12	Right paracolic gutter	0	1	2	3	4	5	
13	Left paracolic gutter	0	1	2	3	4	5	
14	Peri-vesical (longitudinal)	0	1	2	3	4	5	
15	Peri-vesical (transverse)	0	1	2	3	4	5	
16	Abdomen aorta (longitudinal)	0	1	2	3	4	5	
17	Abdomen aorta (transverse)	0	1	2	3	4	5	

다음의 초음파 기계의 기능을 조작하는데 얼마나 어려움이 있었는가?

6점 척도 (0: 매우 어렵다, 5: 매우 쉽다)								이유
1	TGC 조절	0	1	2	3	4	5	
2	Depth 조절	0	1	2	3	4	5	
3	M-mode 사용	0	1	2	3	4	5	
4	정지영상 사용	0	1	2	3	4	5	
5	탐촉자의 밀착도	0	1	2	3	4	5	

학생 ID: _____ 학생 이름: _____ 나이/성별: _____ / _____ 교육 일시: _____ . _____ . _____

평가자: _____

표준환자 정보: 체중: _____ kg, 키: _____ cm, 허리둘레: _____ () cm (inch), BMI: _____

조작방법

TGC 조절 투과깊이 조절	근위부와 원위부의 영상이 비슷한 gain을 가지도록 TGC 버튼을 조작할 수 있는가? 목적하는 구조물이 화면의 중앙에 나타날 수 있도록 상황에 따라 깊이를 조절할 수 있는가?
M-Mode 사용	움직임을 관찰할 구조물을 화면 가운데에 고정하고 흔들림 없이 M-mode 스캔을 할 수 있는가?
정지영상 사용 탐촉자의 접촉	화면을 정지시키고 트랙볼을 이용하여 되감아서 원하는 정지영상을 확보할 수 있는가? 검사 영상의 좌우측에 영상이 확보되는가? 검사화면의 2/3이상에서 영상이 확보되면 성공으로 판단한다.

스캔방법과 영상판정

Lung sliding, Right	쇄골 정중앙선과 2~3번째 늑골사이가 만나는 점에서 탐촉자가 피부에 수직이 되도록 세로방향으로 스캔한다.
Lung sliding, Left	화면의 중앙에 흉막이 보이고 그 좌우로 늑골의 단면이 보이는 영상을 확보한후 흉막의 미끄러짐을 관찰한다.
Sea-shore sign, Right Sea-shore sign, Left	폐미끄러짐을 관찰하는 위치에서 M-mode 검사를 시행한다. 흉막을 경계로 움직임이 없는 상부는 선으로 보이고, 하부의 공기가 움직이는 부분은 모래사장처럼 흩어진 에코를 보인다.
Pleural view, RUQ	4~5번째 늑골간과 후측 액와선과 만나는 위치에서 탐촉자를 세로방향으로 스캔하며 이때 접촉면을 하늘방향으로 들어올린다.
Pleural view, LUQ	화면의 중앙에 흉막이 보이고 그 좌우로 늑골의 단면이 보이는 영상을 확보한후 흉막의 삼출이 있는지 확인한다.
Peri-cardial view	흉골하에서 가로스캔을 시행하며 이때 탐촉자의 방향을 좌측 어깨 방향으로 약간 돌리면서 검사한다. 간을 소리창으로 좌실실과 우심실 전체를 관찰할 수 있는지 확인하고 심낭삼출 여부를 확인한다.
Liver posterior capsule view	우상복부와 흉곽경계의 가운데 지점에서 경계면에 평행하도록 우측 어깨방향으로 충분히 돌려서 스캔한다. 간의 후면이 초음파 화면의 아래쪽에 관찰될수 있도록 깊이조절을 시행하는지 확인한다.
Hepato-renal recess view	우측 늑골의 하방에서 후방 액와선과 만나는 지점에서 세로 스캔을 한다. 이때 간-신장 경계면은 신장의 장축을 기준으로 상부에서 하부까지 전체를 2/3 이상을 확인할 수 있어야 한다.
Spleen view	좌측 늑골의 하방에서 후방 액와선과 만나는 지점보다 한두개 윗쪽의 늑골간에서 세로 스캔을 한다. 이때 비장의 장축을 기준으로 2/3 이상을 확인할 수 있어야 한다.
Spleno-renal recess view	좌측 늑골의 하방에서 후방 액와선과 만나는 지점에서 세로 스캔을 한다. 이때 비장-신장 경계면은 신장의 장축을 기준으로 상부에서 하부까지 전체를 80% 이상을 확인할 수 있어야 한다.
Paracolic gutter view, Right Paracolic gutter view, Left	하복부의 상전장골극(ASIS) 높이에서 내측에서 외측으로 가로 스캔을 한다. 복막이 안으로 접히는 부분을 확인한다.

Peri-vesical view, Transverse	치골의 상방 하복부의 중앙선에서 가로스캔을 하다가 치골 직상부에서 환자의 머리 쪽으로 탐촉자를 기울인다. (Tilting) 방광의 전장을 관찰할 수 있어야 한다.
Peri-vesical view, Longitudinal	치골의 상방 하복부의 중앙선에서 세로 스캔을 하다가 치골 직상부에서 환자의 머리 쪽으로 탐촉자를 기울인다. (Rocking) 방광의 전장을 관찰할 수 있어야 한다.
Abdominal aorta view, Transverse	명치에서 배꼽 하방까지 몸의 정중선을 따라 가로로 스캔한다. 고에코로 나타나는 척추체의 전방에 원형의 단면의 지름을 확인하고 배꼽을 지나면서 이분화 되는것을 확인한다.
Abdominal aorta view, Longitudinal	명치에서 배꼽 하방까지 몸의 정중선을 따라 세로로 스캔한다. 복부 대동맥이 긴 튜브모양으로 나타나는 것을 확인한다.
