

소아응급환자에서 초음파의 적용: 기도와 폐 초음파를 중심으로

이진희 · 광영호¹ · 하영록² · 권혁술

분당서울대학교병원 응급의학과, 서울대학교병원 응급의학과¹, 분당제생병원 응급의학과²

Airway and Lung Ultrasound in Pediatric Emergency Patients

Jin Hee Lee, M.D., Young Ho Kwak, M.D.¹, Young-rock Ha, M.D.², Hyuksool Kwon, M.D.

*Department of Emergency Medicine, Seoul National University Bundang Hospital,
Seoul National University Hospital¹, Bundang Jesaeng General Hospital²*

It is becoming increasingly popular for clinicians to utilize point-of-care ultrasound in treating pediatric emergency patients and critical patients. This article reviews recent studies on applications of point-of-care ultrasound in the areas of the airway and the lung; it then presents a method of ultrasound examination and its subsequent finding.

Key Words: Ultrasonography; Emergency Medicine; Child

서 론

응급 현장 초음파는 응급실에서 환자를 치료하는 의사가 직접 환자의 침상 옆에서 시행하고 해석하여, 환자 치료에 도움이 되도록 하는 현장 초음파 검사를 일컫는 것이다¹⁾. 응급의학과 의사는 중환자 처치를 하는 동안, 진단이나 감시, 그리고 침습적 술기를 보조하기 위해 초음파를 시행해 왔다.

2000년대 초반 진단적 목적으로 사용하는 전산화 단층 촬영에 의한 방사선 노출이 소아 환자에게 위험할 수도 있다는 연구들이 발표되면서 소아환자에게는 성인에 비해

초음파가 진단적 검사로 많이 사용되고 있다^{2,3)}. 최근에는 현장 응급 초음파 검사를 소아응급환자에게 사용하는 경우도 늘어나면서 많은 연구들이 발표되고 있다⁴⁻¹⁰⁾.

미국에서는 소아응급실에 초음파가 구비된 경우가 91% 정도 되며, 소아응급 교육과정에 초음파 교육이 포함되어 있는 경우가 2006년 57% 정도에 불과했던 것이, 2011년에는 95% 정도로 증가하는 등, 소아 응급 분야에서의 현장 초음파의 교육과 사용이 상당히 늘고 있는 것을 알 수 있다¹²⁻¹⁴⁾. 이에 따라 소아 응급 교육 과정에 대한 가이드라인을 제정하려는 움직임도 보이고 있다¹⁾.

이에 여기에서는 기도와 폐에 대한 소아응급 현장 초음파에 대해 그동안 발표된 문헌들을 검토하고, 사용 가능한 분야 및 앞으로의 발전 방향에 대해 알아보려고 한다.

Corresponding Author Young-rock Ha

Department of Emergency Medicine, Bundang Jesaeng General Hospital, Seohyun-ro 180 Beon-gil, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do, 463-774, Korea
Tel: +82-31-779-0107 Fax: +82-31-779-0839
E-mail: rocky66@dmc.or.kr

본 론

1. 기도 초음파(airway ultrasound)

응급 기관내 삽관은 응급실에서 자주 시행하는 술기 중 하나이다.

1) 삽관할 관의 크기 선택

소아환자에게서 기관내 삽관 시에 첫번째 만나게 되는 난관은 삽관할 관의 크기를 선택하는 것이다. 삽관할 관의 크기를 결정하는 방법은 여러 가지가 있는데, 응급 상황에서 많이 사용되는 것은 나이로 계산하는 방법, 브로슬로우 테이블프를 사용하는 방법 등이다. 브로슬로우 테이블프를 사용하는 경우가 나이로 계산하는 방법에 비해 더 정확할 수 있다는 연구 결과가 있다(86.9% vs. 34.9%)¹⁵⁾. 초음파로 성대 밑 기관의 직경을 측정해 보았을 때, 실제 삽관할 관의 겉 지름(outer diameter)과 잘 일치하는 반면, 초음파로 측정된 직경이 12개월 미만의 소아에서 키나 몸무게로 예측한 관의 직경과 상관관계가 없었으며, 12개월 이상의 소아에서는 상관관계가 없었다고 한다¹⁶⁾. 따라서, 12개월 미만의 소아에서는 키와 몸무게 등으로 관의 크기를 예측하기보다는 초음파로 직접 측정 후 관의 크기를 측정하는 것이 더 정확할 수 있을 것이다. 위의 방법은 아직 실험적이고, 많이 사용하고 있지는 않지만, 추후 추가적인 연구를 통해 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

초음파 시행법)

- (1) 고주파수의 선형탐촉자를 사용한다.
- (2) 목 앞의 가운데에 탐촉자를 가로 방향으로 위치시킨다.
- (3) 먼저 설골(hyoid bone) 높이부터 확인한다. 설골은 목의 가장 위쪽에 만져지는 뼈이다. 초음파로 보면 거꾸로 된 U자 모양의 고에코 구조물을 찾을 수 있는데, 이것이 설골이다(Fig. 1A).
- (4) 설골 부위에서 아래로 조금씩 내려오면 성대 구조물을 확인할 수 있다(Fig. 1B).
- (5) 성대에서 조금 더 내려오면 반원 모양의 윤상연골을 찾을 수 있고(Fig. 1C), 그 부위에서 성대 밑 기관의 가로 직경을 측정할 수 있다.

2) 기관내 삽관 위치의 확인

기관내 삽관이 제대로 되었는지를 확인하는 전통적인 방법은 가슴의 움직임은 눈으로 확인하는 것, 청진, 호기말 이산화탄소 감시, 관이 성대 사이로 제대로 들어가 있는지 후두경으로 들고 직접 확인하는 것, 가슴 X선 촬영 등이 있다. 이런 방법들은 후두경으로 직접 들여다 보는 것 이외에는 부정확할 수도 있다¹⁷⁾.

기관 내로 관이 제대로 들어가는지를 초음파로 확인하는 방법은 목에 초음파를 대고 관이 기관에 들어가는 과정을 직접 관찰하거나, 삽관 후 기관 내에 관이 있는 것을 확인하는 것이다^{18,19)}. 2007년 Galicinao 등¹⁹⁾은 응급실과 소아중환자실에서 기관내 삽관 후에 초음파로 직접 확인한 결과를 호기말 이산화탄소 검출기(colorimetric end-tidal carbon dioxide detector) 및 가슴 X선 촬영 결과와 비교한 결과, 호기말 이산화탄소 검출기는 양성 예측치

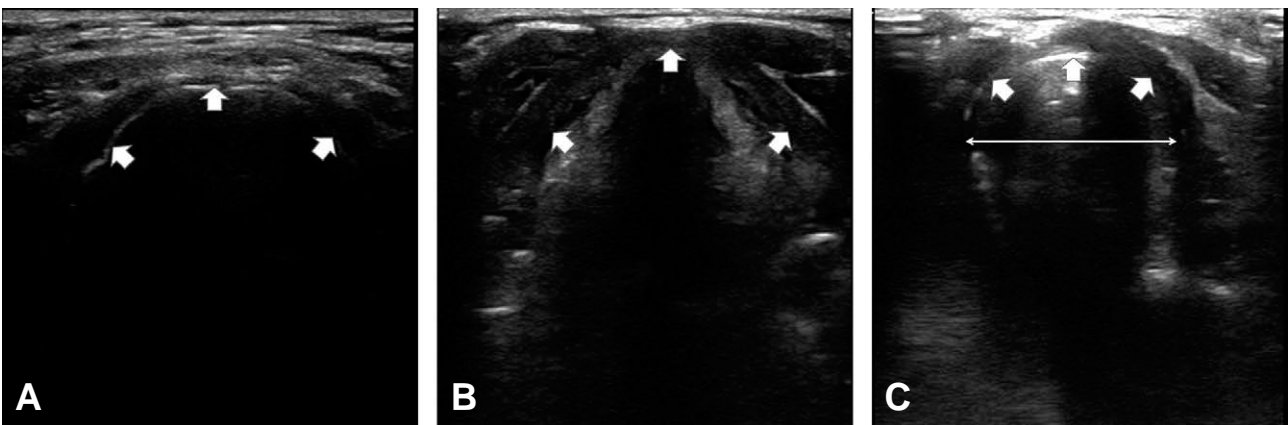


Fig. 1. Ultrasound images of the airway.

(A) Image at the hyoid bone level. The hyoid bone appears as an inverted U-shaped hyperechoic line (arrows). (B) Image at the vocal cord level. The thyroid cartilage appears as a triangular hypoechoic structure (arrows). (C) Image at the cricoid cartilage level. The cricoid cartilage appears as an arched, rounded hypoechoic structure (arrows). The transverse diameter of the subglottic area can be measured at this area.

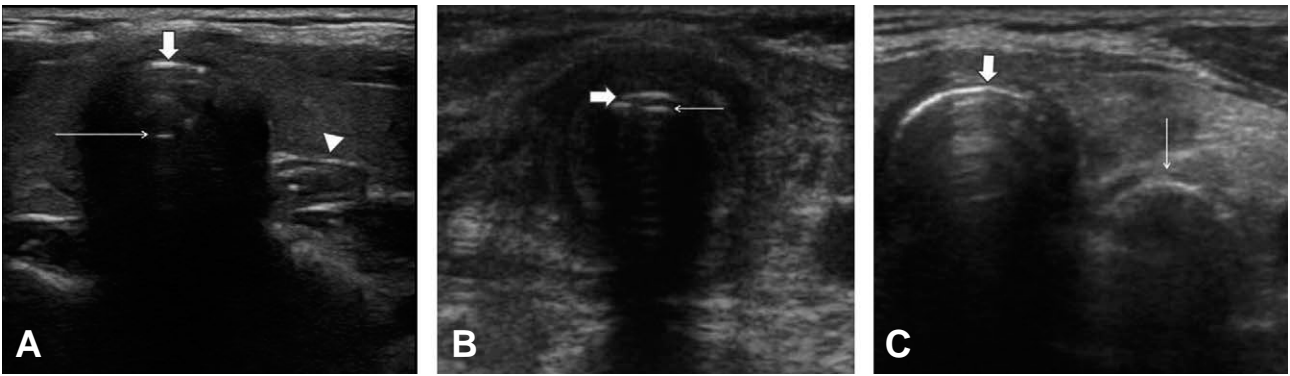


Fig. 2. Ultrasound image of the airway on suprasternal notch area.

(A) The interface of tracheal cartilage and air appears as a hyperechoic line (thick arrow), and the reverberation artifact is shown (thin arrow). The esophagus is collapsed at left posterolateral area (arrowhead). (B) The endotracheal tube (thin arrow) is in trachea. (C) The endotracheal tube (thin arrow) is in esophagus. The esophagus is not collapsed.

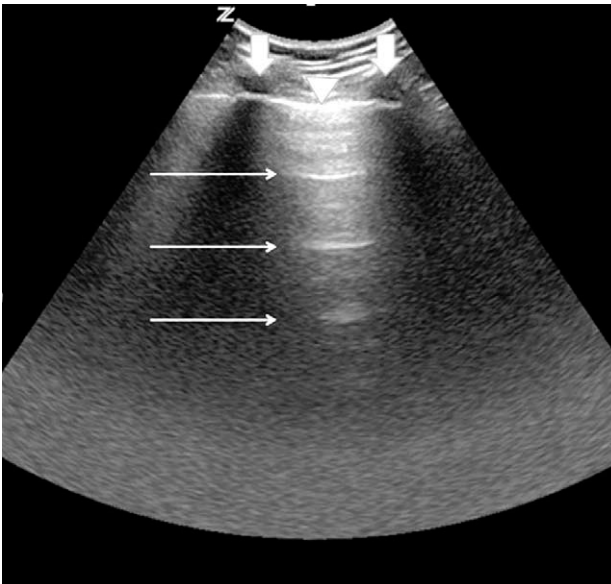


Fig. 3. Ultrasound images of the lung.

The ribs appear hypoechoic with posterior shadowing in both side (thick arrow) and the pleura appears as a hyperechoic line (arrowhead) (Bat sign). The A-line is a reverberation artifact (thin arrow).

(positive predictive value) 100%, 음성 예측치 (negative predictive value) 33%였고, 초음파로 확인하는 경우는 양성 예측치, 음성 예측치 모두 100%를 보여 초음파로 확인하는 것이 호기말 이산화탄소 검출기에 비해 정확하게 나타났다.

초음파 시행법)

- (1) 고주파수의 선형탐촉자를 이용한다.
- (2) 흉골절흔(sternal notch) 바로 위, 목 앞의 가운데에

탐촉자를 가로 방향(횡 영상, transverse view)으로 위치시킨다.

- (3) 기관의 연골과 기관 내 공기가 만나는 부위에 고에코의 선이 형성되고 이후로 초음파의 반복적인 반사에 의한 일정 간격의 여러 개의 고에코의 선이 반복해서 보이게 된다(Fig. 2). 기관의 왼쪽에는 정상적으로 허탈되어 있는 식도가 관찰된다.
- (4) 기관에 관이 삽입되는 경우에는 기관의 연골과 기관 내 공기가 만나는 부위 바로 밑에 공기와 삽관된 관이 만나는 부위에 고에코의 선이 또 하나 관찰된다. 만약, 관이 기관으로 들어가지 않고, 식도로 들어가는 경우, 기관에는 삽관된 관이 관찰되지 않고, 허탈되어 있어야 할 식도가 둥그랗게 늘어나 있으면서 관이 들어가 있는 것을 관찰할 수 있다(Fig. 2).

기관내 삽관의 깊이를 확인하는 방법은 흉막에 대해 폐가 미끄러지는 징후인 폐 미끄럼 현상(lung sliding)이 양측 모두에서 잘 보이는지 확인하는 것이다²⁰⁾. 성인들을 대상으로 진행되었던 연구가 여럿 있는데 이중 한 연구에서는 정확도가 88.7% 정도이며, 심정지인 상태의 환자에게서 더 정확하게 나타났다고 보고하였다²¹⁾. 소아환자를 대상으로는 아직 연구된 바가 없으나, 성인과 그 결과가 크게 다르지 않을 것으로 생각된다.

초음파 시행법)

- (1) 고주파수 또는 저주파수의 탐촉자를 사용한다.
- (2) 한쪽 가슴의 앞쪽에 세로 방향으로 탐촉자를 놓는다.
- (3) 갈비뼈 두 개에 걸쳐서 탐촉자를 위치시켜서, 초음파 화면 양쪽에 갈비뼈가 보이고, 그 사이에 흉막이 보이도록 위치시킨다(Fig. 3).

(4) 흉막을 확인하고, 환자의 호흡주기에 따라 흉막에 폐가 미끄러지는지를 확인한다. 좌우 모두에서 보이면 기관 삼관의 위치가 적절한 것이고 한쪽은 보이지만 다른 한쪽은 안보이는 경우에는, 기흉이나 폐렴 등이 없다면 관이 한쪽 기관지로 더 깊이 들어간 것이라 생각할 수 있다.

기관내삼관의 깊이를 확인하는 또 다른 방법은 횡격막의 움직임을 초음파로 확인하는 것이다. Kerrey 등²²⁾은 초음파 탐촉자를 갈돌기 아래(subxiphoid)에서 횡 영상으로 보면서, 양측의 횡격막 뒷부분의 움직임을 흡기 시에 모두 아래로 내려오는지 관찰함으로써 관이 한쪽 기관지로 너무 깊이 들어가 있는지 확인하는 방법이 가슴 X선 촬영에 비해 어느 정도나 정확한지 연구하였다. 그 결과 전 반적으로는 83% 정도의 정확도를 보였으며, 양성 예측치는 89%, 음성 예측치는 57% 정도를 보였다. 이 연구는 이전에 초음파에 경험이 없었던 의료진들을 교육시켜서 진행한 것이었기 때문에 정확도가 낮게 나왔을 가능성이 있어 보이며, 초음파가 가슴 X선 촬영에 비해 좋은 점은 빠른 시간 내에 확인이 가능하다는 것뿐 이었다. 또한 이 연구에서는 식도에 삼관이 된 경우는 하나도 없었다. 따라서 이 방법에 대해서는 식도 삼관 사례를 포함하여, 초음파에 좀 더 경험이 많은 의료진을 대상으로 연구를 진행해 볼 필요성이 있어 보이며 현재까지의 결과로는 초음파에 경험이 적은 의료진에게는 권장할 만한 방법이 아니다.

2. 폐 초음파

폐는 폐를 채우고 있는 공기를 초음파가 통과하지 못하기 때문에 초음파로 검사할 수 없는 분야로 알려져 있었다. 초음파로 검사를 하더라도, 흉막을 침범하는 병변 등에 한정되어 있었다. 그러던 중 1900년대 후반부터 Lichtenstein 등²³⁻²⁶⁾이 폐의 공기를 초음파가 통과하면서 발생하는 허상(artifact)과 몇가지 징후(sign)들이 중환자에 대해 여러 가지 정보를 준다는 연구결과들을 발표하면서부터 폐 초음파의 새로운 장이 열렸다. 그 이후 폐 초음파 분야에서 활발히 연구가 진행되고 있다.

소아에서는 1970년대 후반부터 폐와 흉막, 종격동의 병변을 검사하기 위해 초음파가 사용되는 경우가 있었으나, 자주 사용되지 않고 무시되고 있는 진단 방법 중 하나였다²⁷⁾. 2000년대에 들어서면서 Copetti 등^{28,29)}이 신생아 호흡부전의 진단 및 감별 진단에 초음파를 적용한 연구 결과들을 발표하였다. 그 이후 소아 폐렴, 세기관지염, 무기폐, 태변 흡인 증후군, 신생아 호흡부전 등에서 관찰되는 초음파 소

견 등이 활발히 발표되고 있다^{4,7,30-37)}.

폐 초음파에서는 기본적으로 흉막으로부터 발생하는 허상과 징후들을 확인해야 한다.

1) 박쥐 징후(the bat sign)

먼저 두 개의 갈비뼈 사이를 종 스캔(longitudinal scan)하면 양쪽 갈비뼈와 그 사이의 고에코(hyperechoic)를 보이는 흉막이 박쥐 모양을 만들게 되는데 그것을 bat sign이라고 한다(Fig. 3). Bat sign을 만든 상태에서 흉막의 위치를 확인할 수 있다.

2) A-line

초음파가 흉막에서 폐의 공기에 접하게 되면 피부부터 흉막까지의 거리와 같은 거리로 흉막에 평행한 선이 반복적으로 관찰되는 반향허상(reverberation artifacts)이 생기게 되는데, 이것을 A-line이라고 부르며 흉막 아래부분이 공기로 차 있다는 것(정상 또는 기흉)을 의미한다(Fig. 3).

3) 폐 미끄럼 현상(lung sliding)

흉막 부위에서 호흡 주기에 따라 폐가 흉막에 미끄러지듯이 움직이는 것을 볼 수 있는데, 그것을 폐 미끄럼 현상이라고 한다. M-mode로 보면 흉막 바깥쪽은 여러 개의 일직선이 겹친 모양으로 보이며 흉막 안쪽은 모래가 뿌려진 모양으로 보여서 seashore sign라고 한다(Fig. 4). 폐 미끄럼 현상은 폐가 흉막과 붙어 있다는 것을 의미하므로 기흉이 아님을 알 수 있다. 폐렴 등의 염증이 있는 경우 폐가 흉막에 붙어 있어 폐 미끄럼 현상이 안 보일 수도 있다.

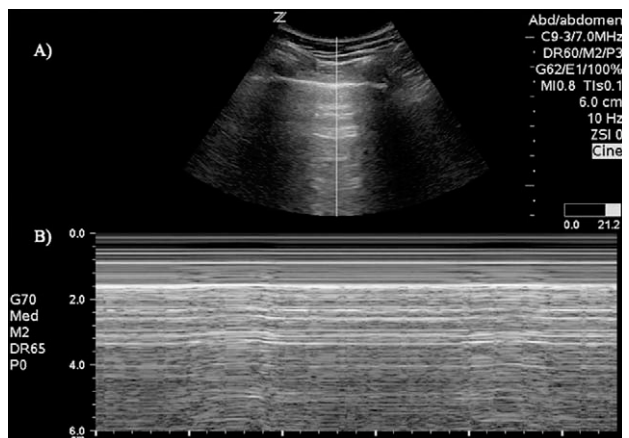


Fig. 4. Ultrasound image of the lung.

(A) B-mode of lung. (B) M-mode of the lung. The seashore sign appears if lung parenchyme moves beneath the pleura.

4) B-line

흉막으로부터 기시하는 소엽간중격(interlobular septa)에 여러 가지 원인에 의해 체액이나 세포들로 채워져서 두꺼워지면 초음파 빔이 두꺼워진 소엽간중격 안에서 진동하면서 수직 허상을 만들므로 흉막으로부터 수직으로 아래로 뻗어내려가는 고에코의 선이 생기는데 그것을 B-line이라고 한다(Fig. 5). B-line은 흉막에서 시작하여 스크린 끝까지 닿으며, A-line을 지우고, 호흡에 의해서 흉막선의 움직임과 함께 움직인다.

5) 경화(consolidation)

폐렴에서 주로 보이는 경화의 소견은 폐 안에 조직-유사 에코패턴(tissue-like echo pattern)으로 관찰되는 것으로, 마치 간과 유사한 모습을 보여서 간화(hepatization)라고 표현하기도 한다. 그 조직처럼 보이는 병변의 안쪽 경계는 불규칙한 모습을 보이면서(찢김징후, shred sign) 그 뒤로 여러 개의 B-line이 보이거나 또는 치밀한 B-line으로 폐가 하얗게 보이기도 한다(Fig. 6). 또한 경화 내부에 고에코의(echogenic) 가지처럼 뻗어있는 공기기관지조영상(air bronchogram)이 관찰될 수 있는데, 이 소견으로 폐렴과 무기폐를 구분하는 데 도움을 받을 수 있다.³⁰⁾

정상적인 폐의 초음파 소견은 흉막선이 고에코의 매끈한 선으로 보이며, 폐 미끄럼 현상이 있고, A-line을 보이는 것이다(Fig. 3).

폐는 큰 조직이므로 기준점을 두고 초음파를 시행하는

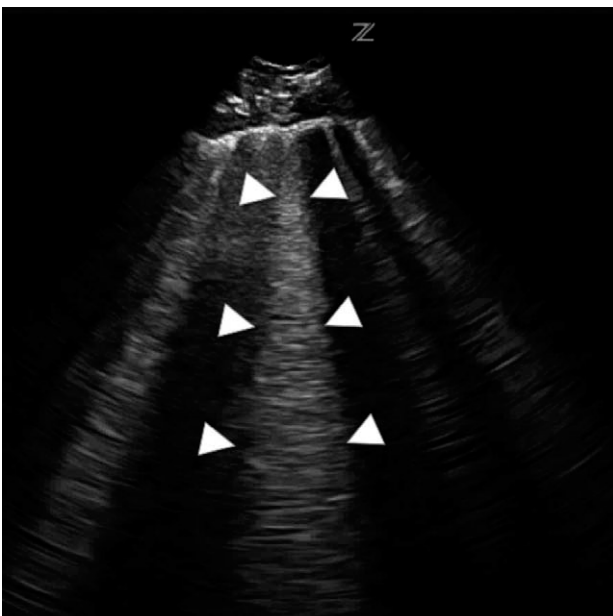


Fig. 5. The B-line is a vertical artifact from pleura to bottom. B-lines erase A-lines (arrowheads).

것이 좋다. 연령 및 적응증에 따라 달라지기는 하지만, 소아에게서 많이 사용하는 방법은 한쪽 가슴의 앞(쇄골중간선), 옆(액와중간선), 뒷부분(척추옆선)을 각각 위, 아래로 스캔하는 것이다. 그렇게 양쪽 가슴의 6 부분을 스캔하면 양쪽 폐 전체를 확인할 수 있다.³³⁾

태아의 폐는 수분이 많은 상태이므로, 출산 직후의 신생아는 호흡 곤란 등의 증상이 없어도 B-line이 보일 수도 있다. 하지만 이 때 보이는 B-line은 치밀(compact)하지 않으며, 24~36시간 안에 소실된다^{32,38)}. 그러므로, 36시간 이후에는 신생아도 정상적으로는 소아나 성인과 같은 양상의 폐 초음파 소견을 보이게 된다.

Raimondi 등³²⁾은 신생아에게 폐 초음파를 시행했을 때, 호흡기계 보조가 필요한 신생아를 그렇지 않은 신생아와 잘 구별할 수 있다는 연구 결과를 발표했다. 출산 직후 초음파로 보았을 때, 치밀한 B-line으로 인해 폐가 하얗게 보이는 경우(white lung)에는 모두 신생아 중환자실 치료와 산소 치료가 필요했고, 그 중 일부는 비침습적 지속적 양압환기 또는 기계 호흡기 치료가 필요했다고 한다.³²⁾ 신생아 호흡부전의 주된 원인으로는 신생아 일과성 빈호흡과 호흡곤란 증후군이 있다. 신생아 일과성 빈호흡은 비교적 양호한 경과를 밟는 반면, 호흡곤란 증후군은 좀 더 적극적인 호흡기 보조를 해 주어야 하며 합병증이 발생하는 경우가 있다. 따라서 두 질환군을 감별하는 것이 처치와 예후 예측에 도움이 된다. 신생아 일과성 빈호흡 환자에서

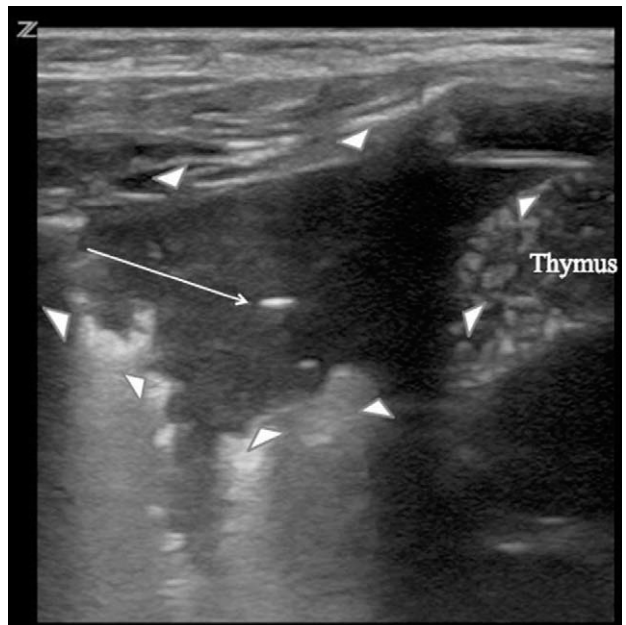


Fig. 6. The consolidation is a hypoechoic area (arrowheads) with white air bronchogram (thin arrow). Compact B-lines are below irregular margin of consolidation.

는 폐의 위쪽에 비해 아래쪽에 좀 더 치밀한 B-line들이 관찰되어, 폐의 위아래의 에코발생(echogenicity)에 차이가 나는 부분이 보이는 double lung point라는 초음파 소견이 특징적으로 보인다²⁸⁾. 그 외에 흉막은 정상적으로 얇고 고르게 보이며 폐 미끄럼 현상이 관찰된다. 호흡곤란 증후군에서는 양쪽 폐가 치밀한 B-line으로 인해 초음파상 하얀 폐(white lung)를 보이고 흉막이 부분적으로 두껍고 고르지 않다³⁷⁾. 이런 초음파 소견을 기준으로 관찰했을 때, 신생아 일과성 빈호흡을 진단하는 양성 예측치는 96.5%, 음성 예측치는 93.4%, 호흡곤란 증후군을 진단하는 양성 예측치는 91.6%, 음성 예측치는 97.1% 였다고 한다³⁷⁾. 또한 초음파로 호흡곤란 증후군의 합병증인 폐렴, 폐 출혈, 무기폐 등에 의한 경화화 기흉 등을 찾아낼 수 있다³⁹⁾.

소아의 폐렴은 가슴 방사선촬영(chest radiography)에서 뚜렷한 경화가 보이지 않는 경우나, 심장 뒤쪽이나 폐의 바닥에 위치하는 경우 방사선촬영으로 진단하기 어렵다⁴⁰⁾. 또한 영상 검사에 의한 방사선에 성인에 비해 더 큰 영향을 받으므로 컴퓨터단층촬영을 쉽게 할 수도 없다. 따라서, 초음파가 소아 폐렴의 진단에 다른 영상 진단법에 비해 정확하다면 소아환자에 대한 방사선 노출을 줄이면서도 더 정확한 진단을 할 수 있을 것이다. Davies 등³⁰⁾은 방사선촬영에서 폐렴이 의심되는 소아폐렴환자들을 대상으로 초음파를 시행했을 때, 흉막하 경화(subpleural consolidation)는 모두 확인이 되었고, 흉막 삼출액은 방사선촬영에 비해 더 잘 관찰된 반면, 폐문 주변(perihilar)의 경화는 초음파로 확인이 안 되었다고 보고하였다. Caiulo 등³⁴⁾은 초음파가 방사선 촬영에 비해 폐렴을 진단하는 데에 좀 더 예민하였고(98.8% vs. 91.0%), 임상 양상이 호전됨에 따라 초음파 소견도 호전되는 양상을 보였다고 한다. 그 후 초음파가 방사선 촬영에서는 잘 보이지 않는 1 cm 미만의 경화도 관찰할 수 있는 등 초음파가 방사선 촬영에 비해 폐렴을 진단하는데 더 높은 진단력을 갖는다는 연구들이 보고되었다^{33,41-43)}. Tsung 등³³⁾은 방사선촬영을 한 20명의 소아 인플루엔자 환자들에게 초음파를 적용하여 바이러스성 폐렴과 세균성 폐렴을 초음파로 구별하는 시도를 하였다. 그들은 바이러스성 폐렴을 방사선촬영 판독에서 기관지주변 비후(peri-bronchial thickening 또는 peri-bronchial cuffing)나 간질 음영의 증가(increased interstitial marking)로 표시된 경우, 세균성 폐렴은 경화, 침윤(infiltration), 또는 폐렴으로 표시된 경우로 구분하였다. 초음파 상에서는 0.5 cm 미만의 작은 흉막하 경화가 있으면서 B-line이 있거나 없는 경우, 서로 합쳐지는 B-line이 관찰되는 경우를 바이러스성 폐렴으로, 공기기관지조영상이 동반된 경화가 보이는 경우 세균성 폐렴으로

판독하기로 하였다. 그 결과 방사선 촬영에서 세균성 폐렴으로 보였던 경우에는 모두 초음파에서 확인이 되었고, 방사선 촬영에서 바이러스성 폐렴이 의심되었던 경우의 53% 정도에서 초음파에서도 바이러스성 폐렴으로 관찰되었으며, 나머지 7명에서는 바이러스성 폐렴에 세균성 폐렴이 겹쳐 발생한 소견을 보였다고 보고하였다³³⁾. 이 연구에 따르면, 세균성 폐렴과 바이러스성 폐렴을 구분할 때에도 방사선 촬영에 비해 초음파가 더 정확하다는 것을 보여주고 있으나, 바이러스성 폐렴과 세균성 폐렴에 대해 저자들이 임의로 구별한 것이 연구의 한계라고 할 수 있다.

세기관지염에의 초음파 소견에 대한 연구들도 진행되었는데, 52명의 세기관지염 영아들을 대상으로 초음파를 시행한 결과, 44명에서 경화 주변에 B-line이 관찰되는 흉막 하 경화가 보였고, 34명은 치밀한 B-line이, 23명은 국소적인 흉막의 비정상적인 소견이, 3명에서 소량의 흉막삼출액, 1명은 소량의 기흉이 관찰되었고, 52명 중 단 5명만이 약간의 B-line을 보이는 정상 소견을 나타냈다고 한다. 이는 52명 중 14명에서 정상 소견을 보인 방사선 촬영에 비해 더 높은 빈도로 이상 소견을 보인 것이다. 또한, 세기관지염의 중등도에 따라서 초음파 소견은 더 심해지는 것을 볼 수 있었다고 한다⁴⁾.

이처럼 소아환자를 대상으로 한 폐 초음파는 점점 많은 연구로 근거를 쌓아가고 있는 중이다. 지금까지의 연구 결과들로 보면 초음파가 방사선 촬영에 비해 폐렴을 진단하는 진단력은 더 좋은 것으로 보인다. 그러나, 소아환자는 바이러스 감염이 많고 바이러스 감염을 세균 감염과 감별해 내는 것이 치료에 중요하므로 앞으로 바이러스성 질환인 세기관지염과 바이러스 폐렴과 세균성 폐렴의 초음파적 소견에 차이가 있는지, 그리고 차이가 있다면 어떤 차이를 보이는지를 밝혀내는 것이 중요할 것으로 생각된다.

초음파 시행법)

- (1) 고주파수 또는 저주파수의 탐촉자 모두 사용 가능하지만 고주파수로 보는 경우 흉막 주변을 더 잘 관찰할 수 있다.
- (2) 가슴의 보고자 하는 위치에 세로 방향으로 탐촉자를 놓는다.
- (3) 가슴의 위에서 아래까지 훑어가며 스캔한다.
- (4) 위와 같은 방식으로 가슴 양쪽의 앞, 옆, 뒤를 모두 스캔한다.
- (5) A-line, 폐 미끄럼 현상이 잘 보이고 흉막이 균일한지 확인한다.
- (6) 경화나 B-line, 흉막액이 관찰되는지 확인한다. 경화가 보인다면 폐렴과 무기폐를 감별하기 위해 공기

기관지조영상이 보이는지 확인한다.

- (7) 기흉이 의심되는 경우에는 M-mode로 seashore sign이 소실되었는지를 확인한다.

결 론

기도와 폐 이외에도 혈관 내 용적 확인, 복부, 심장 초음파나 초음파 유도 술기, 골절, 고관절 삼출액의 확인 등을 위해 응급실 또는 중환자를 대상으로 임상 의사들에 의해

점점 더 많이 시행되고 있다.

환자를 직접 치료하는 임상 의사들이 초음파를 시행하는 경우, 소아응급환자의 초음파 검사를 오래 기다리지 않고, 언제든지 시행할 수 있으며, 빠르고, 좀 더 정확한 의사 결정과 안전한 시술을 할 수 있다는 장점이 있다. 그러므로, 응급실에서 소아환자를 진료하는 임상 의사들은 초음파를 교육 받고 초음파 사용에 친숙해지면 소아응급 또는 소아중환자를 진료하는 데에 큰 도움이 될 것으로 생각된다.

REFERENCES

- Vieira RL, Hsu D, Nagler J, Chen L, Gallagher R, Levy JA, et al. Pediatric emergency medicine fellow training in ultrasound: consensus educational guidelines. *Acad Emerg Med* 2013;20:300-6.
- Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography--an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med* 2007;357:2277-84.
- Pearce MS, Salotti JA, Little MP, McHugh K, Lee C, Kim KP, et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet* 2012;380:499-505.
- Caiulo VA, Gargani L, Caiulo S, Fisicaro A, Moramarco F, Latini G, et al. Lung ultrasound in bronchiolitis: comparison with chest X-ray. *Eur J Pediatr* 2011;170:1427-33.
- Chen L, Baker MD. Novel applications of ultrasound in pediatric emergency medicine. *Pediatr Emerg Care* 2007;23:115-23; quiz 24-6.
- Cross KP, Warkentine FH, Kim IK, Gracely E, Paul RI. Bedside ultrasound diagnosis of clavicle fractures in the pediatric emergency department. *Acad Emerg Med* 2010;17:687-93.
- Darge K, Chen A. Point-of-care ultrasound in diagnosing pneumonia in children. *J Pediatr* 2013;163:302-3.
- Hall MK, Spiro DM, Sabbaj A, Moore CL, Hopkins KL, Meckler GD. Bedside optic nerve sheath diameter ultrasound for the evaluation of suspected pediatric ventriculoperitoneal shunt failure in the emergency department. *Childs Nerv Syst* 2013;29:2275-80.
- Levy JA, Bachur RG. Bedside ultrasound in the pediatric emergency department. *Curr Opin Pediatr* 2008;20:235-42.
- Levy JA, Noble VE. Bedside ultrasound in pediatric emergency medicine. *Pediatrics* 2008;121:e1404-12.
- Ramirez-Schrempp D, Vinci RJ, Liteplo AS. Bedside ultrasound in the diagnosis of skull fractures in the pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care* 2011;27:312-4.
- Cohen JS, Teach SJ, Chapman JI. Bedside ultrasound education in pediatric emergency medicine fellowship programs in the United States. *Pediatr Emerg Care* 2012;28:845-50.
- Ramirez-Schrempp D, Dorfman DH, Tien I, Liteplo AS. Bedside ultrasound in pediatric emergency medicine fellowship programs in the United States: little formal training. *Pediatr Emerg Care* 2008;24:664-7.
- Marin JR, Zuckerbraun NS, Kahn JM. Use of emergency ultrasound in United States pediatric emergency medicine fellowship programs in 2011. *J Ultrasound Med* 2012;31:1357-63.
- Jang HY, Shin SD, Kwak YH. Can the Broselow tape be used to estimate weight and endotracheal tube size in Korean children? *Acad Emerg Med* 2007;14:489-91.
- Kim EJ, Kim SY, Kim WO, Kim H, Kil HK. Ultrasound measurement of subglottic diameter and an empirical formula for proper endotracheal tube fitting in children. *Acta Anaesthesiol Scand* 2013;57:1124-30.
- Kleinman ME, Chameides L, Schexnayder SM, Samson RA, Hazinski MF, Atkins DL, et al. Part 14: pediatric advanced life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2010;122:S876-908.
- Tsung JW, Fenster D, Kessler DO, Novik J. Dynamic anatomic relationship of the esophagus and trachea on sonography: implications for endotracheal tube confirmation in children. *J Ultrasound Med* 2012;31:1365-70.
- Galicinao J, Bush AJ, Godambe SA. Use of bedside ultrasonography for endotracheal tube placement in pediatric patients: a feasibility study. *Pediatrics* 2007;120:1297-303.
- Breitkreutz R, Seibel A, Zechner PM. Ultrasound-guided evaluation of lung sliding for widespread use? *Resuscitation* 2012;83:273-4.
- Sim SS, Lien WC, Chou HC, Chong KM, Liu SH, Wang CH, et al. Ultrasonographic lung sliding sign in confirming proper endotracheal intubation during emergency intubation. *Resuscitation* 2012;83:307-12.
- Kerrey BT, Geis GL, Quinn AM, Hornung RW, Ruddy RM.

- A prospective comparison of diaphragmatic ultrasound and chest radiography to determine endotracheal tube position in a pediatric emergency department. *Pediatrics* 2009;123:e1039-44.
23. Lichtenstein DA, Menu Y. A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill. *Lung sliding*. *Chest* 1995;108:1345-8.
 24. Lichtenstein D, Meziere G. A lung ultrasound sign allowing bedside distinction between pulmonary edema and COPD: the comet-tail artifact. *Intensive Care Med* 1998;24:1331-4.
 25. Lichtenstein D, Meziere G, Biderman P, Gepner A. The "lung point": an ultrasound sign specific to pneumothorax. *Intensive Care Med* 2000;26:1434-40.
 26. Lichtenstein DA, Lascols N, Prin S, Meziere G. The "lung pulse": an early ultrasound sign of complete atelectasis. *Intensive Care Med* 2003;29:2187-92.
 27. Kim OH, Kim WS, Kim MJ, Jung JY, Suh JH. US in the diagnosis of pediatric chest diseases. *Radiographics* 2000;20:653-71.
 28. Copetti R, Cattarossi L. The 'double lung point': an ultrasound sign diagnostic of transient tachypnea of the newborn. *Neonatology* 2007;91:203-9.
 29. Copetti R, Cattarossi L, Macagno F, Violino M, Furlan R. Lung ultrasound in respiratory distress syndrome: a useful tool for early diagnosis. *Neonatology* 2008;94:52-9.
 30. Iuri D, De Candia A, Bazzocchi M. Evaluation of the lung in children with suspected pneumonia: usefulness of ultrasonography. *Radiol Med* 2009;114:321-30.
 31. Caiulo VA, Gargani L, Caiulo S, Moramarco F, Latini G, Gargasole C, et al. Usefulness of lung ultrasound in a newborn with pulmonary atelectasis. *Pediatr Med Chir* 2011;33:253-5.
 32. Raimondi F, Migliaro F, Sodano A, Umbaldo A, Romano A, Vallone G, et al. Can neonatal lung ultrasound monitor fluid clearance and predict the need of respiratory support? *Crit Care* 2012;16:R220.
 33. Tsung JW, Kessler DO, Shah VP. Prospective application of clinician-performed lung ultrasonography during the 2009 H1N1 influenza A pandemic: distinguishing viral from bacterial pneumonia. *Crit Ultrasound J* 2012;4:16.
 34. Caiulo VA, Gargani L, Caiulo S, Fiscicaro A, Moramarco F, Latini G, et al. Lung ultrasound characteristics of community-acquired pneumonia in hospitalized children. *Pediatr Pulmonol* 2013;48:280-7.
 35. Liu J, Liu F, Liu Y, Wang HW, Feng ZC. Lung ultrasonography for the diagnosis of severe neonatal pneumonia. *Chest* 2014;146:383-8.
 36. Piastra M, Yousef N, Brat R, Manzoni P, Mokhtari M, De Luca D. Lung ultrasound findings in meconium aspiration syndrome. *Early Hum Dev* 2014;90 Suppl 2:S41-3.
 37. Vergine M, Copetti R, Brusa G, Cattarossi L. Lung ultrasound accuracy in respiratory distress syndrome and transient tachypnea of the newborn. *Neonatology* 2014;106:87-93.
 38. Martelius L, Janer C, Suvari L, Helve O, Lauerma K, Pitkanen O, et al. Delayed lung liquid absorption after cesarean section at term. *Neonatology* 2013;104:133-6.
 39. Lovrenski J. Lung ultrasonography of pulmonary complications in preterm infants with respiratory distress syndrome. *Ups J Med Sci* 2012;117:10-7.
 40. Davies HD, Wang EE, Manson D, Babyn P, Shuckett B. Reliability of the chest radiograph in the diagnosis of lower respiratory infections in young children. *Pediatr Infect Dis J* 1996;15:600-4.
 41. Esposito S, Papa SS, Borzani I, Pinzani R, Giannitto C, Consonni D, et al. Performance of lung ultrasonography in children with community-acquired pneumonia. *Ital J Pediatr* 2014;40:37.
 42. Ho MC, Ker CR, Hsu JH, Wu JR, Dai ZK, Chen IC. Usefulness of Lung Ultrasound in the Diagnosis of Community-acquired Pneumonia in Children. *Pediatr Neonatol*. 2014 Jul 14. pii: S1875-9572(14)00096-5. Epub 2014 Mar.
 43. Reali F, Sferrazza Papa GF, Carlucci P, Fracasso P, Di Marco F, Mandelli M, et al. Can lung ultrasound replace chest radiography for the diagnosis of pneumonia in hospitalized children? *Respiration* 2014;88:112-5.