

JECCI

Journal of Emergency and
Critical Care Imaging

2025 / 창간호



응급증환자영상학회
Society of Emergency & Critical Care Imaging

JECCI

Journal of Emergency and
Critical Care Imaging

2025 / 창간호

— Editorial Board

Position	Name	Affiliation
Editor-in-Chief	Sin-Youl Park	Yeungnam University College of Medicine
Editorial director	Dong Eun Lee	School of Medicine, Kyungpook National University
Editorial member	Bossng Kang	Hanyang University Guri Hospital
Editorial member	Chan Yong Park	Busan National University Hospital
Editorial member	DongKil Jeong	Department of Emergency Medicine, Asan Chungmu Hospital, Asan, Korea
Editorial member	Francis Lee	Khoo Teck Puat Hospital, Singapore
Editorial member	Gee Young Suh	Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine
Editorial member	Gyu Chong Cho	Hallym University School of Medicine
Editorial member	Han Ho Doh	Dongguk University Medical Center Ilsan Hospital
Editorial member	Ho-hyun Kim	Busan National University Hospital
Editorial member	Hong Chuen Toh	Khoo Teck Puat Hospital, Singapore
Editorial member	Hyunggoo Kang	Hanyang University College of Medicine
Editorial member	Hyunmin Cho	Jeju Halla Hospital
Editorial member	Hyunsoo Jung	Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine
Editorial member	Je Hyeok Oh	Chung-Ang University College of Medicine
Editorial member	Jeong-Am Ryu	Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine
Editorial member	Jin Hee Lee	Seoul National University Hospital
Editorial member	Jonggeun Kim	School of Medicine, Kyungpook National University
Editorial member	Ka Leung Mok	Ruttonjee Hospital, Hong Kong
Editorial member	Kenichi Katabami	Hokkaido University Hospital, Japan
Editorial member	Kyeongwon Kang	Jeju National University Hospital
Editorial member	Kyung Soo Chung	Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine
Editorial member	Kyunghoon Seon	Chosun University Hospital
Editorial member	Niraj Dubey	Khoo Teck Puat Hospital, Singapore
Editorial member	Seungryeol Shin	Inha University Hospital
Editorial member	So Young Park	KyungHee University Medical Center
Editorial member	Su Jin Kim	Korea University College of Medicine
Editorial member	Sunghoon Park	Hallym University Sacred Heart Hospital
Editorial member	Tae Nyoung Chung	CHA University School of Medicine
Editorial member	Taehun Lee	Hallym University Chuncheon Sacred Heart Hospital
Editorial member	Toru Kameda	Red Cross Society Azumino Hospital, Japan
Editorial member	Wonjun Jeong	Chungnam National University Hospital
Editorial member	Youdong Sohn	Hallym University Sacred Heart Hospital
Editorial member	Young Rock Ha	Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine
Editorial member	Young Soon Cho	Soonchunhyang University Bucheon Hospital
Editorial member	Young-Jae Cho	Seoul National University Bundang Hospital

— Contents

[Editorial]	
From Image to Safety, Knowledge that Transforms the Field Sin-Youl Park	1
[Review Article]	
Radiographic Review in Upper Extremity X-ray Interpretation Seung-yeol Shin	5
[Image Case]	
74-year-old man with abdominal pain Kyung-Woo Lee, SY Park	17
[Image Case]	
Pulmonary edema caused by left atrial mechanical compression due to an aortic aneurysm Dongkil Jeong	21
[Review Article]	
Ultrasound guided management of shock : A review of common algorithms Chun Yue Lee	25
[Review Article]	
Application of the point-of-care ultrasound during resuscitation Yoo Seok Park	39
[Review Article]	
Thoracic imagings in emergency room patients with acute dyspnea or chest pain Dong Hun Kim	51
[Review Article]	
Reform of National Health Insurance for ultrasonography Tae Sik Kim	63
Instructions for Authors	73

From Image to Safety, Knowledge that Transforms the Field

Sin-Youl Park

Editor-in-Chief, Journal of Emergency and Critical Care Imaging (JECCI)
Chair, Society of Emergency & Critical Care Imaging (SECCI)

It is a great honor to introduce the inaugural issue of the Journal of Emergency and Critical Care Imaging (JECCI), the official journal of the Society of Emergency & Critical Care Imaging (SECCI), to all SECCI members and our esteemed readers. Medical imaging plays an extremely important role throughout the entire process of modern healthcare¹. In particular, rapid stabilization through immediate resuscitation, quick decision-making, initiation of appropriate treatment based on accurate differential diagnosis, and careful monitoring for the management of critically ill patients are paramount in emergency and critical care². We keenly recognize that imaging plays a crucial and rapidly increasing role in this area of clinical practice³.

In emergency and critical care settings, imaging is evolving beyond a diagnostic tool and is transitioning into a paradigm where it serves as a critical means for clinical decisions that save lives by reducing time and enabling accurate judgment^{4,5}. Therefore, acquiring competency in medical imaging is considered an essential skill for clinicians working in this field to ensure the safe treatment of emergency and critically ill patients⁶.

The imaging competency required of medical professionals in emergency and critical care must extend beyond traditional diagnostic tools such as X-ray, ultrasound, CT, and MRI⁷. It must integrate with various medical domains, expanding into the areas of decision-making and therapy. This includes therapeutic imaging such as angiography⁸ and the rapidly advancing field of AI imaging^{9,10}.

JECCI takes its first step today, faithfully reflecting this rapidly changing imaging paradigm and the diverse demands of frontline clinicians in the emergency and critical care domain. Our goal is to become a resource that empowers emergency and critical care professionals with imaging competency for decision-support and workflow innovation. Therefore, JECCI focuses not on “imaging interpretation techniques themselves” but on correct decision-making, patient safety, and clinical value¹¹.

JECCI is a biannual academic journal dedicated to a wide range of imaging studies used in the care of emergency and critically ill patients both inside and outside the hospital. It adopts the official peer-review system of the Korean Society of Emer-

gency Medicine. Our journal accepts submissions of editorials, original articles, reviews, letters to the editor, case reports, and clinical images from related fields.

JECCI's editorial philosophy is clear: First, clinical relevance. We welcome evidence that works in the field, from single-institution best practices to multicenter registries, real-world evidence, and implementation science. Second, methodological rigor. Authors must transparently report research design, statistical analysis, model performance, cross-validation, and external validation in a reproducible manner. We strictly apply international reporting guidelines such as PRISMA, STROBE, CONSORT, and TRIPOD. Third, openness and trust. We encourage the disclosure and sharing of data, code, and protocols where possible, and adhere to research ethics and conflict-of-interest management compliant with ICMJE, COPE, and KAMJE standards. Fourth, diversity of formats. We boldly welcome diverse formats, including Original Articles, Brief Reports, Systematic Reviews/Meta-analyses, Technical Notes, Practice Guidelines, Images in Emergency & Critical Care, Protocols, and even Negative/Null Results, provided they hold meaningful learning value. Fifth, global-local bridge. We aim to create a knowledge ecosystem that links the experience accumulated in the Korean emergency medical system and critical care practice with international standards, while simultaneously translating and applying global innovations to the local context. SECCI has grown from the tradition of the Korean Society of Emergency Imaging. Ahead of our 20th

anniversary in 2026, we seek to embody the academic commitment of From Image to Safety within JECCI and share it with researchers worldwide. Specifically, POCUS education and quality management, the appropriateness of interventional imaging, the redefinition of imaging's role in the post-pandemic era, balancing the benefits and harms of multi-region CT, and the responsible adoption and performance validation of AI are core agendas JECCI will continuously address. Sixth, JECCI's peer review is resolute yet fair. We value the validity of the research question, the sincerity of the methodology, and the balance of the conclusion over the flashiness of results. The editorial board will foster a culture of transparent, author-friendly review, providing quick, high-quality feedback and encouraging open post-publication dialogue and constructive criticism via an online platform.

JECCI will undoubtedly be useful to medical professionals engaged in emergency and critical care both inside and outside the hospital. Today, the role of imaging diagnostics in acute care goes beyond simply identifying diseases. Accurate and rapid imaging information is a determining factor in patient survival across the entire spectrum of emergency and critical care, from post-cardiac arrest care to severe trauma and septic shock. We now live in an era where the fusion of seasoned clinicians and experts with deep insights into cutting-edge imaging technology and its clinical application is urgently needed.

In response to the drastic changes in the healthcare environment, there is a growing

emphasis on patient safety and rights. We believe that the competency of medical professionals is paramount, especially for the safe treatment of emergency and critically ill patients. The core of emergency and critical care lies in rapid stabilization, accurate differential diagnosis, and careful monitoring. The role of clinical imaging for the clinician—who is at the center of this process—is of immense importance.

Based on the strength of our Society of Emergency & Critical Care Imaging, which brings together diverse professionals responsible for emergency and critical care both inside and outside the hospital, we are pleased to introduce this new journal. JECCI was born in response to the call of our times. It will prioritize collecting, systematizing, and ultimately establishing the optimal clinical system applicable to the field, integrating fragmented acute care imaging knowledge previously discussed across various clinical departments, including Emergency Medicine, Critical Care Medicine, and Radiology.

It will achieve this by serving as a bridge that provides wisdom for clinical implementation to imaging experts (Radio-
logists) and advanced imaging technology competency to frontline clinicians (Emergency & Critical Care Physicians). In doing so, we aim to establish the optimal clinical system applicable to the field.

JECCI now extends an invitation to all medical professionals involved in emergency and critical care. We ask you to join us in building a complete academic loop that

starts with a question from the field, is validated through data, and culminates in actionable guidelines. At the end of that journey lies patient safety.

The founding of JECCI was a long-cherished aspiration of the Society of Emergency & Critical Care Imaging, and we extend our deepest gratitude to the Society's board of directors, the editorial board, and all members and stakeholders for their dedicated efforts and unwavering support. The successful growth of JECCI, having taken its first step today, rests on your continued interest and active participation. We ask for your valuable submissions and warm encouragement as we collectively shape the future of emergency and critical care imaging.

JECCI promises to uphold today's commitment by presenting more robust evidence and better practices in every issue. We will write the future of emergency and critical care imaging—together, at the patient's bedside. JECCI pledges to be a steadfast lighthouse, providing the fastest and most accurate knowledge on the frontline of safeguarding human life.

Thank you.

December 2025

Sin-Youl Park, MD, PhD

Editor-in-Chief, Journal of Emergency and Critical Care Imaging (JECCI)
Chair, Society of Emergency & Critical Care Imaging (SECCI)

REFERENCES

1. Smith-Bindman R, Miglioretti DL, Larson EB. Rising use of diagnostic medical imaging in a large integrated health system. *Health Aff (Millwood)*. 2008;27(6):1491–502.
2. Singer AJ, Thode HC, Peacock WF. A retrospective study of emergency department critical care patients: resuscitation, decision-making, and outcomes. *Crit Care Med*. 2018; 46(5):e401–7.
3. Mettler FA, Bhargavan M, Faulkner K, Gilley DB, Gray JE, Ibbott GS, et al. Radiologic and nuclear medicine studies in the United States and worldwide: frequency, radiation dose, and comparison with other radiation sources—1950–2007. *Radiology*. 2009;253(2):520–31.
4. Broder J, Warshauer DM. Increasing utilization of computed tomography in the adult emergency department, 2000–2005. *Emerg Radiol*. 2006;13(1):25–30.
5. Pines JM, Everett WW, Hollander JE. Emergency department crowding and diagnostic imaging trends: a time-series study. *Acad Emerg Med*. 2008;15(9):843–9.
6. Lewiss RE, Saul T, Del Rios M, et al. Point-of-care ultrasound education and training: a multispecialty perspective. *Acad Emerg Med*. 2014;21(8):971–6.
7. Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasound. *N Engl J Med*. 2011;364(8): 749–57.
8. White CJ, Collins TJ. Coronary and peripheral angiography. *Circulation*. 2011;124(3):e82–91.
9. Esteva A, Robicquet A, Ramsundar B, Kuleshov V, DePristo M, Chou K, et al. A guide to deep learning in healthcare. *Nat Med*. 2019;25(1):24–9.
10. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med*. 2019;25(1):44– 56.
11. Bossuyt PM, Reitsma JB, Bruns DE, Gatsonis CA, Glasziou PP, Irwig L, et al. STARD 2015: an updated list of essential items for reporting diagnostic accuracy studies. *BMJ*. 2015;351:h5527.

Radiographic Review in Upper Extremity X-ray Interpretation

Seung-yeol Shin

Department of Emergency Medicine Inha University Hospital, Incheon, Korea

Abstract

Interpretation of upper extremity radiographs in the emergency setting remains a frequent source of diagnostic error due to complex anatomy, subtle fracture patterns, and the frequent coexistence of osseous, ligamentous, and joint injuries. In clinical practice, missed or delayed diagnoses arise more commonly from inadequate image acquisition, failure to apply a structured interpretive strategy, and underrecognition of indirect radiographic findings than from insufficient pathological knowledge alone. This review provides a comprehensive and systematic framework for upper extremity radiograph interpretation based on a stepwise assessment of technical adequacy, alignment, bone integrity, joint congruency, and soft-tissue abnormalities. Particular emphasis is placed on diagnostic pitfalls frequently encountered in early-career clinicians, including occult fractures, subtle joint instability, and secondary radiographic signs suggesting ligamentous or soft-tissue injury. By integrating anatomical principles with a structured analytical approach, this review aims to reduce missed injuries, enhance interpretive accuracy, and strengthen clinical confidence in the evaluation of acute upper extremity trauma.

Keywords

Upper Extremity Radiography, Systematic Interpretation, Diagnostic Errors, Occult Fractures, Emergency Setting

Corresponding author

Seung-yeol Shin, MD

Department of Emergency Medicine

Inha University Hospital, Incheon, Korea

Email: dasom3104@hanmail.net

Phone: +82-10-6797-3104

INTRODUCTION

The upper extremities are among the most commonly injured areas in trauma patients visiting the emergency room, frequently presenting with fractures, dislocations, ligament injuries, and soft tissue damage occurring either singly or in combination. Particularly, the hand, wrist, elbow, and shoulder joints exhibit diverse injury patterns not only in high-energy trauma but also in low-energy injuries like everyday falls. Plain radiography (X-ray) serves as the most fundamental and crucial primary imaging modality for the initial evaluation of these patients. However, the upper extremity has a complex anatomical structure and high joint continuity, making it challenging to interpret images as micro-fractures or joint instability are often not clearly visible.

Diagnostic omissions in actual clinical practice are not solely due to lesions being “invisible” on images. Diagnostic errors frequently occur when imaging is not performed appropriately, the interpretation process lacks systematic rigor, or there is insufficient understanding of indirect radiographic findings. Emergency medicine physicians with limited clinical experience, in particular, often struggle to distinguish normal variations from pathological findings and are prone to overlooking secondary radiographic signs associated with micro-fractures, potential dislocations, or ligament injuries.

Moreover, upper extremity injuries frequently present as combined injuries rather than isolated lesions. Consequently, focusing attention on a single apparent fracture often leads to overlooking accompanying joint or ligament damage. Such interpretive errors can result in unnecessary additional tests, delayed diagnosis and treatment, and increase the likelihood of long-term functional impairment.

Therefore, this review aims to outline a systematic approach to interpret plain radiographs of the upper extremities. By highlighting diagnostic pitfalls commonly missed by novices in the clinical setting, it seeks to help early-career emergency physicians reduce diagnostic errors in upper extremity trauma patients, strengthen their clinical confidence in image interpretation, and ultimately contribute to improving patient safety and quality of care.

Basic Upper Extremity X-ray Interpretation

Before interpreting upper extremity X-rays, it is necessary to check the standard views required for each joint region, as they are systematically organized. For the shoulder joint, AP views in internal and external rotation and the scapular Y-view are fundamental. An axillary view is required if joint position abnormality is suspected^{1,6}. For the elbow, AP and true lateral views are essential. Oblique views are useful when assessing proximal radius lesions or detecting subtle elbow fractures^{1,7}.

When imaging the forearm, AP and lateral views including both the proximal and distal joints are mandatory, considering that injuries along the interosseous membrane can propagate throughout the entire limb. For the wrist and hand, PA, lateral, and oblique views are fundamental. If scaphoid injury is suspected, a dedicated scaphoid view must be added⁸.

Similar to interpreting X-rays of other regions, upper extremity X-ray interpretation must be systematic. The starting point for upper extremity X-ray interpretation should prioritize evaluating the technical adequacy of the images before seeking specific pathologies^{1,2}. While this step may seem unnecessary, it is crucial for determining the reliability of the interpretation. Inadequate or technically flawed images can lead to missing key information such as hairline fractures, joint misalignment, or soft tissue changes, or cause errors in the interpretation process. Particular caution is required in pediatric imaging due to the subtle presentation of lesions such as growth plate injuries, potential scaphoid fractures, and radial head fractures³⁻⁵.

The evaluation of imaging adequacy can be summarized by four key elements. First, if true anteroposterior (AP) and true lateral views are not secured, joint alignment and fracture line assessment become distorted; thus, the accuracy of positioning and rotation must be verified. Second, adequate exposure must be

confirmed to clearly depict skeletal patterns and periosteal contours, facilitating the interpretation of microfractures. Third, since two-joint injuries are common in the upper extremity, it is standard practice to always include both the proximal and distal joints to ensure sufficient coverage of necessary structures. Fourth, it is imperative to verify that artifacts such as plaster casts or jewelry do not obscure the lesion. These technical checks form the foundation of upper extremity X-ray interpretation. If adequacy is not ensured, not only simple retakes but also CT or specialized views should be actively considered^{1,2}.

Alignment

The next step is the overall alignment assessment, one of the most sensitive and critical steps in upper extremity radiographic interpretation, alongside bone evaluation. Abnormal alignment is a significant indicator suggesting not only fractures but also joint instability, soft tissue injury, and associated injuries⁷. Particularly, even when no clear fracture line is observed, abnormal alignment findings can be a strong indirect sign of a hidden fracture. Since the upper limb is a structure where multiple joints are connected sequentially from the shoulder to the wrist, abnormal alignment in a specific segment can be a clue to adjacent joint injury or chain instability².

The regional alignment assessment criteria

are as follows. At the shoulder joint, priority should be given to confirming the alignment between the humeral head and the glenoid. The scapular Y-view is used to evaluate whether the humeral head is positioned over the glenoid center, enabling differentiation between anterior and posterior dislocation [6,9]. In the elbow, alignment between the distal humerus and proximal radius is assessed using the anterior humeral line and radiocapitellar line; deviation from these two reference lines strongly suggests a hidden fracture or dislocation [7,10]. In the forearm, confirming the parallelism and alignment of the radius and ulna is essential. Assessing the congruency of the distal radioulnar joint (DRUJ) allows differentiation of associated injuries such as Essex-Lopresti or Galeazzi fractures [11,12]. When interpreting wrist images, radiocarpal alignment and the straight-line alignment of the radius–lunate–capitate complex on lateral views must be evaluated. Confirming the continuity of Gilula's three carpal arcs and the scapholunate gap is an essential step for early recognition of perilunate dislocation and carpal instability [13,14].

Bone

Following alignment assessment, bone assessment must be performed systematically. At this stage, meticulously examine not only the fracture line but also the continuity of the cortex, trabecular pattern, and changes in bone density [1,2]. Caution is required to avoid

missing microfractures or non-displaced fractures, which are relatively common in upper extremity injuries. During shoulder joint assessment, check for cortical disruption along the greater tuberosity, lesser tuberosity, and surgical neck. Damage to these structures may suggest accompanying rotator cuff tears and can be easily overlooked when displacement is minimal. In traumatic anterior/posterior dislocations, greater tuberosity avulsion fractures are a key indicator. Damage to the glenoid rim manifests as Bankart lesions or bony avulsions, directly impacting shoulder joint stability [6,15]. At the elbow joint, the radial head is the most common fracture site, often presenting as subtle cortical damage or trabecular blurring [7,16]. The coronoid process is a key structure for elbow stability. Injury to it constitutes a component of the terrible triad injury, significantly impacting prognosis, thus requiring careful attention. Olecranon fractures are prone to significant displacement due to triceps traction, necessitating meticulous assessment of fragment position and degree of displacement [17]. In the forearm, the cortical bone must be traced continuously along the entire length of both the radius and ulna. These two bones form a functional unit; thus, lesions that appear as isolated fractures are often associated with damage to the interosseous membrane or the distal radioulnar joint (DRUJ). Representative examples include the Galeazzi fracture, a classic combined injury involving a distal radius shaft fracture and DRUJ dislocation, and the

Monteggia fracture-dislocation, which combines a proximal ulna fracture with radial head dislocation^{11,12}. In the wrist, the scaphoid is the most important skeletal structure and frequently presents as an occult fracture^{5,8}. Fractures at the waist region, in particular, often manifest only as subtle trabecular changes or minor cortical interruptions, making them a primary cause of missed fractures. Dorsal chip fractures of the triquetrum require careful attention as they appear as small posterior fragments on lateral views¹⁸. Metacarpal neck fractures are common, particularly in the fifth metacarpal, where they typically present as boxer's fractures with dorsal angulation at the apex.

Joint

Joint evaluation comprehensively includes the congruency, joint space, continuity of the articular surface, and biomechanical relationship with surrounding structures of each joint^{1,13}. For the shoulder joint, evaluation includes gleno-humeral joint space narrowing, acromioclavicular (AC) joint widening, and glenoid rim irregularity, which may suggest chronic joint disease or cuff tear arthropathy in addition to trauma⁶. In the elbow joint, radiocapitellar congruency is the most critical indicator; the line extending the radius neck center axis must always pass through the capitellum. Deviation from this criterion should raise suspicion of subtle radial head dislocation or rotational injury¹⁰. In the ulnohumeral joint, the fit

between the trochlea and olecranon is assessed; post-dislocation articular step-off can cause long-term functional limitations. In the evaluation of the distal forearm and wrist, assess the symmetry and joint space of the DRUJ to determine preservation of pronation-supination function^{13,14}. At the wrist, sequentially examine the radiocarpal, midcarpal, and intercarpal spaces; if the scapholunate joint space is ≥ 3 mm, strongly suspect scapholunate dissociation. If a carpal collapse pattern is observed, consider the possibility of SLAC or SNAC wrist to recognize signs of chronic injury early. The CMC joint is prone to injury in crush injuries and must be reconfirmed using an oblique view. In non-displaced intra-articular fractures, discontinuity or irregularity of the articular surface is subtle and easily overlooked; CT is useful for significantly improving diagnostic accuracy.

Soft Tissue

Soft tissue evaluation is a critical step that complements bone and joint assessments by identifying subtle injuries that may be missed otherwise. Therefore, clinicians working in the emergency department should not dismiss it as merely an auxiliary assessment but recognize it as an independent and essential evaluation step in its own right. A prime example is the posterior fat pad sign at the elbow joint, which strongly suggests an occult radial head fracture even when the fracture line is not visible. Similarly, the anterior fat

pad, when observed in the “sail sign” configuration, may indicate intra-articular hemorrhage⁷. At the wrist, localized soft tissue swelling can serve as an early clue suggesting a scaphoid fracture or perilunate injury. In pediatric patients, soft tissue shadowing changes may indicate hidden physeal injury. Other findings include soft tissue gas, which signifies an open fracture or gas-forming infection and requires immediate treatment². Soft tissue calcification may suggest chronic ligament injury or enthesopathy. In laceration trauma, the presence of foreign bodies must be confirmed. Soft tissue swelling observed in crush injuries can be a warning sign for compartment syndrome, and early clues can be captured even with plain radiographs alone².

Special Issue – Upper Extremity X-ray Findings Often Overlooked by Beginners

1) Shoulder

The basic view for shoulder X-rays is the external rotation AP image (fig. 1-A). Key points to confirm include clear visualization of the greater tuberosity (fig. 1-A, 2 and red circle), straight alignment of the distal clavicular border and subacromial border (fig. 1-A, 8–11, blue line), whether the AC space (fig. 1-A, 8–9) and coracoclavicular (CC) space (fig. 1-A, 10–11) are widened, the space between the anterior border of the glenoid and the medial border of the humeral head (fig. 1-A, 7), and cortical

continuity at the humeral surgical neck (4). In particular, AC joint evaluation must be included in all shoulder X-rays. Normally, the distal clavicle and acromion are aligned in a straight line (Fig. 1-B). However, an AC joint space ≥ 8 mm or a CC joint space > 13 mm strongly suggests AC ligament rupture and CC ligament injury, respectively¹⁹. The typical radiographic image of a right AC joint injury in the emergency room is shown in Fig. 1-C.

Shoulder dislocation is the most common joint dislocation in the human body, accounting for over 50% of all dislocations, with anterior dislocation being the most frequent at 80–95%. Posterior and inferior dislocations are relatively rare but easily missed^{6,9}. Typical X-ray findings for anterior dislocation include displacement of the humeral head anteriorly and inferiorly relative to the glenoid on the AP view, and positioning of the humeral head in the coracoid direction (anteriorly) on the Y-view (Figure 1-D, E).

Conversely, posterior dislocation accounts for only 1–4% of all shoulder dislocations but is frequently associated with convulsive seizures and is commonly overlooked, with reports indicating it is missed in up to 79% of cases depending on the literature⁹. Typical X-ray findings for posterior dislocation include the “light bulb sign” on the AP view, where the internally rotated humeral head appears round (Figure 1-F), a “rim sign” where the distance between

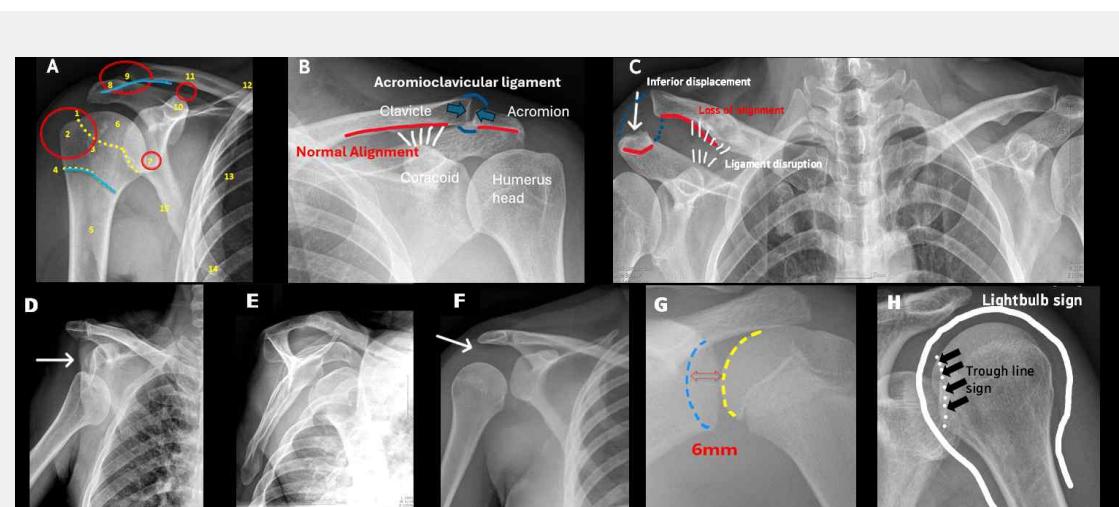


Figure 1. Pathologic radiographic findings of the shoulder.

(A) Normal external-rotation anteroposterior (AP) view demonstrating intact cortical margins of the greater tuberosity, normal acromioclavicular (AC) alignment, and preserved glenohumeral congruency.

(B) Normal AC joint with preserved alignment between the distal clavicle and acromion.

(C) AC joint injury showing widening of the AC joint and coracoclavicular (CC) distance, suggestive of ligamentous disruption. Anterior shoulder dislocation with inferoanterior displacement of the humeral head relative to the glenoid on the AP view.

(D – E) Anterior dislocation on the scapular Y-view, with the humeral head positioned anterior to the glenoid.

(F) Posterior shoulder dislocation showing the “light bulb sign” caused by internal rotation of the humeral head on the AP view.

(G) “Rim sign” demonstrating increased distance between the humeral head and the anterior glenoid rim, consistent with posterior dislocation.

(H) “Trough line sign” (reverse Hill–Sachs lesion: anteromedial humeral head impaction fracture) and “Light bulb sign” are associated with posterior dislocation.

the medial border of the humeral head and the anterior glenoid rim is ≥ 6 mm (Figure 1-G), and a “trough line sign” (reverse Hill–Sachs lesion, Figure 1-H) corresponding to a pre–medial compression fracture of the humeral head. On the Y-view, the humeral head appears

positioned posterior to the glenoid. Clinically, the inability to achieve supination strongly suggests posterior dislocation.

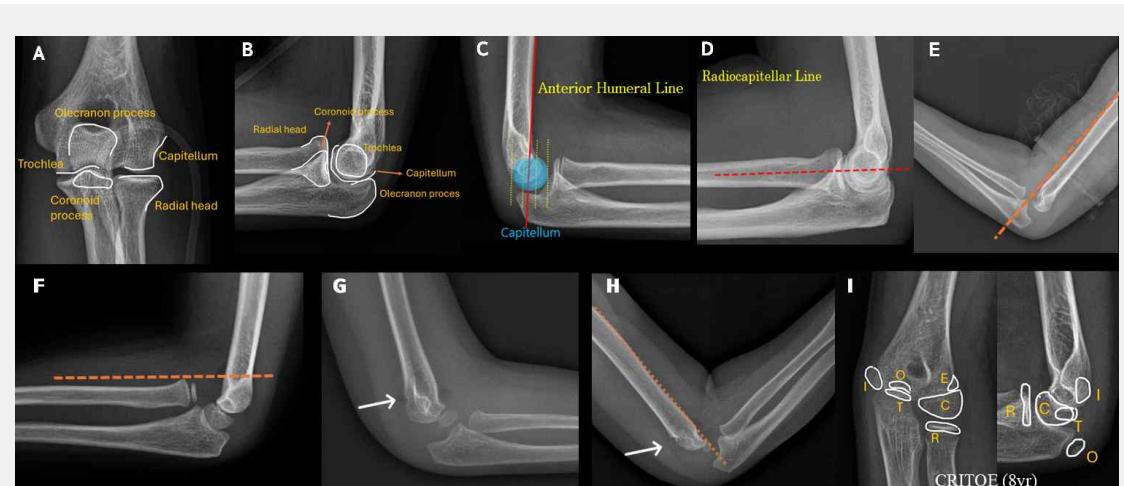


Figure 2. Pathologic radiographic findings of the elbow.

(A) Normal anteroposterior and lateral views demonstrating appropriate ulnohumeral and radiocapitellar alignment.

(B–C) Supracondylar fracture with disruption of the anterior humeral line and abnormal radiocapitellar alignment.

(D–E) Pediatric supracondylar fracture showing failure of the anterior humeral line to intersect the middle third of the capitellum.

(F) Posterior fat pad sign indicating occult intra-articular fracture.

(G) Radial head dislocation showing loss of normal radiocapitellar alignment.

(H) Monteggia fracture–dislocation pattern with proximal ulnar fracture and associated radial head dislocation.

(I) Normal sequence of elbow ossification centers (CRITOE): capitellum, radial head, internal epicondyle, trochlea, olecranon, and external epicondyle.

2) Elbow

For elbow joint imaging, the basic approach is to sequentially identify key structures such as the capitellum, radial head, olecranon process, trochlea, and coronoid process on standard AP and lateral views (Figure 2-A). The anterior humeral line, a key reference for alignment assessment, should normally pass through the middle third of the

capitellum on the lateral view. The radiocapitellar line must always pass through the capitellum when extending the centerline of the radius neck¹⁰. Failure to maintain these relationships strongly suggests a supracondylar fracture or damage to the radial head and neck (Figures 2–B, C).

The posterior fat pad sign, clearly visible on lateral view, is an indirect

sign of an intra-articular fracture. In adults, it is most commonly associated with radial head fractures, while in children, it is frequently linked to supracondylar fractures⁷. Supracondylar fractures, accounting for approximately 60% of pediatric elbow fractures, typically occur when the distal humerus is forced posteriorly during a fall with the hand outstretched. On lateral radiographs, the absence of the anterior humeral line crossing the middle third of the capitellum (Figure 2-D, E, F) and the posterior fat pad sign (sail sign) strongly suggest the possibility of an intra-articular fracture (Figure 2-G).

Radial head dislocation is relatively rare but easily missed, making early diagnosis critically important. Isolated dislocation is uncommon; it is typically associated with a proximal ulna fracture, such as in a Monteggia fracture-dislocation. The most crucial radiographic finding is disruption of the radiocapitellar line alignment (Figure 2-G). When accompanied by proximal ulna fracture, ulnar plastic deformation in children, interosseous membrane injury, or DRUJ widening (Essex-Lopresti pattern), radial head dislocation must be considered. The fat pad sign strongly suggests the possibility of an occult fracture.

Furthermore, understanding CRITOE (sequence of ossification center appearance) is essential for distinguishing normal development from injury in the pediatric elbow¹⁰ (Figure 2-I). The ossification centers appear in the following sequence:

Capitellum 1–2 years Radial head 3–4 years Internal epicondyle 5–6 years Trochlea 7–8 years Olecranon 9–10 years External epicondyle 11–12 years. If this sequence appears abnormal, a fracture should be suspected².

3) Wrist

Distal radius fractures are among the most common wrist injuries and occur readily in the elderly even with low-energy trauma (falling with hand outstretched). In children, incomplete fracture patterns such as bending, buckle (torus), and greenstick fractures may present subtly, requiring particular caution from less experienced clinicians^{8,13,14} (Figure 3-A, B). When interpreting a normal wrist X-ray (Figure 3-C, D), checking whether the radius–lunate–capitate are aligned along a single axis on the lateral view is a useful method for quickly assessing gross malalignment.

Scaphoid fractures often occur during falls when the wrist is extended and dorsiflexed. They are the most common wrist fracture but are often small and non-displaced, making them difficult to detect on initial X-rays. If there is marked tenderness in the anatomical snuffbox area, a scaphoid fracture should be strongly suspected even if the initial X-ray is negative, and CT, bone scan, MRI, or follow-up radiography should be considered^{5,8}.

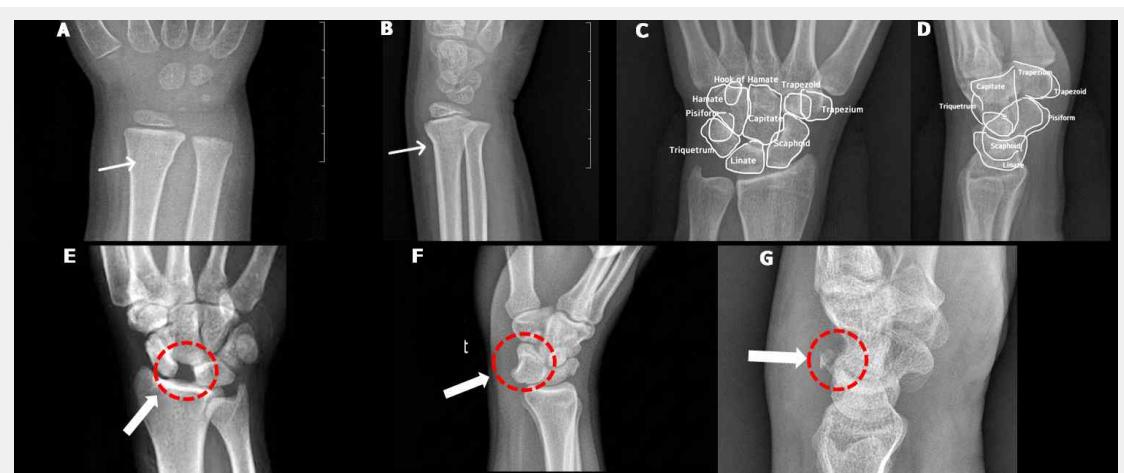


Figure 3. Pathologic radiographic findings of the wrist and hand.

(A–B) Pediatric distal radius fractures showing incomplete fracture patterns, including torus and greenstick fractures.

(C–D) Normal wrist demonstrating colinear alignment of the radius, lunate, and capitate on the lateral view.

(E) Scapholunate dissociation with widening of the scapholunate interval (“Terry Thomas sign”).

(F) Lunate and perilunate dislocation showing abnormal lunate rotation (“piece of pie sign”) and volar tilt (“spilled teacup sign”).

(G) Dorsal avulsion fracture of the triquetrum (“duck poop sign”) visualized as a small dorsal fracture fragment on the lateral view.

Scapholunate dissociation often occurs after a fall and is accompanied by local swelling and pain on the ulnar and dorsal sides. The “Terry Thomas sign” (Figure 3–E), where the scapholunate distance exceeds approximately 4mm on an accurate PA view, suggests severe scapholunate ligament injury. Lunate dislocation and perilunate dislocation represent severe wrist injuries occurring in high-energy trauma. Delayed appropriate treatment may lead to chronic pain, stiffness, and muscle weakness. On X-ray, the “piece of pie sign” suggesting lunate rotation, the

“spilled teacup sign” tilting toward the palm (Figure 3–F), and abnormal radius–lunate alignment strongly suggest these severe injuries.

Triquetral fractures are the second most common carpal fractures, primarily occurring when falling with an outstretched hand in a ulnar deviation position. Dorsal avulsion fractures account for approximately 95% of cases, and the typical “duck poop sign” (Figure 3–G), appearing as a small fragment posterior to the triquetrum on lateral view, is observed¹⁸.

REFERENCES

- Fields JM, Dean AJ. Systematic approaches to ultrasound and radiographic interpretation in emergency medicine. *Emerg Med Clin North Am*. 2010;28(1):1–19.
- Tintinalli JE, Ma OJ, Yealy DM, Meckler GD, Stapczynski JS, Cline DM, et al. Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide. 9th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2020.
- Swischuk LE. Emergency Imaging of the Acutely Ill or Injured Child. 5th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2015.
- Kleinman PK. Diagnostic Imaging of Child Abuse. 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press; 2015.
- Beeres FJP, Rhemrev SJ, den Hollander P, Cayee MG, de Vries MR, Hogervorst M. Early magnetic resonance imaging compared with bone scintigraphy in suspected scaphoid fractures. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90(9):1205–9.
- Rockwood CA, Matsen FA, Wirth MA, Lippitt SB, Fehringer EV, Sperling JW. Rockwood and Matsen's The Shoulder. 5th ed. Philadelphia: Elsevier; 2017.
- Rogers LF. Radiology of Skeletal Trauma. 4th ed. Philadelphia: Saunders; 2014.
- Mandell JC, Khurana B, Smith SE. Imaging of wrist trauma: key radiographic signs and patterns of injury. *AJR Am J Roentgenol*. 2017;209(6):1304–15.
- Robinson CM, Akhtar MA, Mitchell M, Beavis C. Complex posterior fracture-dislocation of the shoulder: epidemiology, injury patterns, and results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89(7):1454–66.
- Major NM, Crawford ST. Elbow alignment: a review and utility in injury detection. *Radiographics*. 2002;22(6):1465–79.
- Jupiter JB, Leibovic SJ, Ribbans W, Wilk RM. The posterior Monteggia lesion. *J Orthop Trauma*. 1991;5(4):395–402.
- Essex-Lopresti P. Fractures of the radial head with distal radio-ulnar dislocation: report of two cases. *J Bone Joint Surg Br*. 1951;33-B(2):244–7.
- Gilula LA. Carpal injuries: analytic approach and case exercises. *AJR Am J Roentgenol*. 1979;133(3):503–17.
- Lichtman DM, Bain GI, Weiland AJ. Wrist and distal radius fractures. In: Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC, Wolfe SW, editors. *Green's Operative Hand Surgery*. 6th ed. Philadelphia: Elsevier; 2011. p. 581–658.
- Sugaya H, Moriishi J, Dohi M, Kon Y, Tsuchiya A. Glenoid rim fractures associated with anterior shoulder instability. *Arthroscopy*. 2003;19(6):593–9.
- Duckworth AD, McQueen MM, Ring D. Fractures of the radial head. *Bone Joint J*. 2013;95-B(2):151–9.
- Morrey BF. *The Elbow and Its Disorders*. 4th ed. Philadelphia: Saunders; 2009.
- Höcker K, Menschik A. The “poop sign” (triquetral fracture) in wrist injuries. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1994;113(6):340–2.
- Rockwood CA, Green DP, Bucholz RW, Heckman JD, Tornetta P. *Rockwood and Green's Fractures in Adults*. 8th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2015.

74-year-old man with abdominal pain

Kyung-Woo Lee¹, SY Park²

¹ Department of Emergency Medicine, Catholic University of Daegu School of Medicine, Daegu, Republic of Korea

² Department of Emergency Medicine, College of Medicine, Yeungnam University, Daegu, Korea

Corresponding author

SY. Park, MD, PhD

Department of Emergency Medicine,
College of Medicine, Yeungnam University, Daegu, Korea
Email: dryuri@naver.com
Phone: +82-53-620-3191

Capsule Summary

Although intussusception is primarily a pediatric diagnosis, it can occur in adults and may be easily overlooked. Characteristic POCUS findings, such as the target and pseudokidney signs, provide important clues for the prompt suspicion and early diagnosis of intussusception in adults presenting with abdominal pain.

Clinical Case

A 74-year-old man presented to the emergency department with abdominal pain and two episodes of vomiting that began the previous evening at 10 PM. The colicky pain was localized to the

left periumbilical region. He did not report diarrhea. His past surgical history included a Roux-en-Y esophagojejunostomy for gastric cancer several years ago and a laparoscopic colectomy for colon cancer one year prior.

Findings from the simple abdominal radiograph, abdominal point-of-care ultrasound (POCUS), and abdominal CT are shown in Fig. 1.

Discussion

Intussusception is defined as the invagination of one segment of the intestine into the lumen of an adjacent segment.

While it is relatively common in children, adult intussusception is rare, accounting for less than 5% of all cases of intussusception and 1–5% of intestinal obstructions^{1–4}. Pediatric intussusception most commonly occurs between 6 months and 2 years of age and typically presents with intermittent abdominal pain and the classic currant jelly stool. In contrast, adults may present at any age, and symptoms are often nonspecific, such as abdominal pain, nausea, vomiting, and distension. In up to 80–90% of adult cases, a pathological lead point is identified, most commonly tumors. Approximately 8–20% of cases are idiopathic, often arising in the small bowel.

Plain abdominal radiography is usually performed as an initial diagnostic tool, which may show signs of bowel obstruction but is not specific for intussusception. Ultrasonography can reveal characteristic findings, including the target sign on transverse view and the pseudokidney sign on longitudinal view (Fig. 2)⁵. In children, ultrasound is the diagnostic modality of choice. In adults, however, image quality may be limited

by abdominal wall muscle, fat, and bowel gas. CT is the preferred modality, as it not only delineates the location of the intussusception but also identifies the presence of a lead point, evaluates bowel wall ischemia, and determines the extent of obstruction (Fig. 3).

Unlike in children, adult intussusception generally requires surgical resection due to the high likelihood of an underlying lesion. Minimally invasive laparoscopic approaches for small- and large-bowel obstruction, including intussusception, have been increasingly reported⁶. However, recent studies have also described transient intussusceptions that may resolve without surgery. Conservative management with observation may be appropriate when patients have no obstructive symptoms, no evidence of ischemia, necrosis, or perforation on CT, and the intussuscepted segment is short (<3–3.5 cm) with no identifiable lead point^{7,8}. Conversely, patients with a palpable mass, bowel obstruction, gastrointestinal bleeding, or a definite lead point on CT, particularly a tumor, should undergo surgical resection.



Fig. 1. Simple abdominal radiograph, abdominal point-of-care ultrasound (POCUS), and abdominal CT findings of the patient.



Fig 2. Abdominal Point-of-Care Ultrasound (POCUS) images demonstrating small bowel intussusception.

A. Transverse view, obtained with a convex probe, shows the characteristic target sign (or doughnut sign) (white arrow). This sign is composed of concentric rings of alternating hyperechoic and hypoechoic layers, representing the telescoping bowel loops.

B. The corresponding longitudinal view displays the pseudokidney sign (black arrow). This appearance results from the proximal bowel loop (intussusceptum) being observed telescoping into the distal lumen (intussusciens).

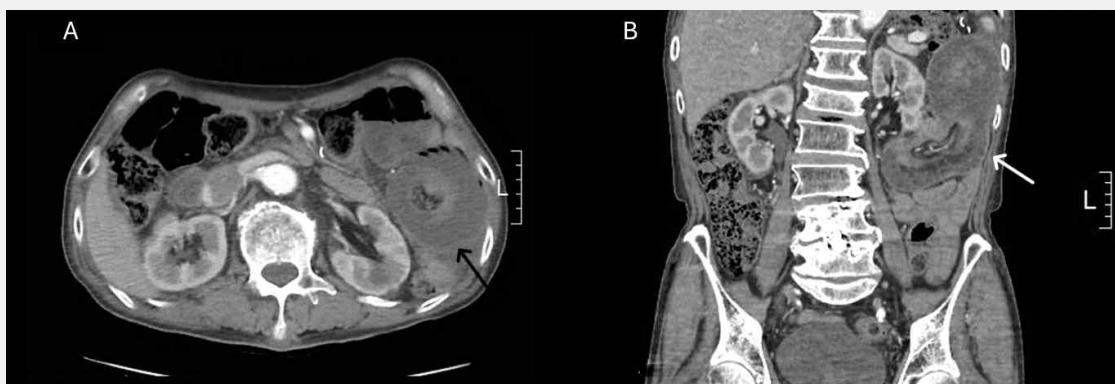


Fig 3. Computed Tomography (CT) images demonstrating small bowel intussusception.

A. Axial CT image (Transverse view) reveals the characteristic target sign (black arrow) in the left abdomen, which is diagnostic of intussusception.

B. Coronal CT image illustrates a large, sausage-shaped mass (white arrow) representing the intussuscepted small bowel segment. The segment is located approximately 50 cm proximal to the ileocecal anastomosis and measures about 25 to 30 cm in length.

REFERENCES

1. Honjo H, Mike M, Kusanagi H, Kano N. Adult intussusception: a retrospective review. *World Journal of Surgery*. 2015;39(1):134–8.
2. Yalamarthi S, Smith R. Adult intussusception: case reports and review of literature. *Postgraduate Medical Journal*. 2005;81(953) :174–7.
3. Hong KD, Kim J, Ji W, Wexner S. Adult intussusception: a systematic review and meta-analysis. *Techniques in coloproctology*. 2019;23(4):315–24.
4. Zubaidi A, Al-Saif F, Silverman R. Adult intussusception: a retrospective review. *Diseases of the colon & rectum*. 2006;49(10) :1546–51.
5. Sarma D, Prabhu R, Rodrigues G. Adult intussusception: a six-year experience at a single center. *Annals of Gastroenterology*. 2012;25(2):128.
6. Siow SL, Goo ZQ, Mahendran HA, Wong CM. Laparoscopic versus open management of adult intussusception. *Surgical Endoscopy*. 2020;34(10):4429–35.
7. Lai J, Ramai D, Murphy T, Kasher F. Transient adult Jejunojejunal intussusception: a case of conservative management vs. surgery. *Gastroenterology Research*. 2018;10 (6):369.
8. Shenoy S. Adult intussusception: A case series and review. *World Journal of Gastrointestinal Endoscopy*. 2017;9(5):220.

Pulmonary edema caused by left atrial mechanical compression due to an aortic aneurysm

Dongkil Jeong

Department of Emergency Medicine, Asan Chungmu Hospital, Asan, Korea

Corresponding author

Dongkil Jeong MD

Department of Emergency Medicine, Asan Chungmu Hospital, Asan, Korea

381, Munhwa-ro, Asan-si, Chungcheongnam-do, Republic of Korea

Tel. : +82-41-536-6619

E-mail : 397012@naver.com

Capsule Summary

A thoracic aortic aneurysm can rarely cause acute pulmonary edema through extrinsic compression of the left atrium. Early Point-of-care ultrasound (POCUS) and CT imaging play essential roles in identifying this uncommon but clinically critical mechanism.

Clinical Case

A 50-year-old male presented to the emergency department with a two-day history of progressive dyspnea and cough, followed by acute exacerbation immediately prior to arrival. Initial vital signs were as follows: blood pressure 168/102 mmHg, heart rate 128 beats/min, respiratory rate 32 breaths/min, tempera-

ture 36.9° C, and oxygen saturation 82% on room air. Chest tightness was noted without fever or sputum production, and wheezing was audible on examination. Chest X-ray and POCUS findings are shown in Figure 1.

Discussion

Pulmonary edema was defined as “a condition in which serous fluid infiltrates the lung parenchyma to an extent that markedly reduces its permeability to air during respiration.”^{1,2} Among cardiogenic etiologies, congestive heart failure (CHF) is the most common, while myocardial infarction, postoperative cardiac dysfunction, and pulmonary hypertension are also recognized as major causes.³

Acute pulmonary edema resulting from extrinsic compression of the left atrium (LA) by a thoracic aortic aneurysm (TAA) is rarely reported^{4,5}. Aortic aneurysms are often asymptomatic unless dissection or rupture occurs; however, when sufficiently large, they may impinge upon adjacent cardiac structures and induce hemodynamic compromise³. External compression of the LA reduces its effective volume and elevates intra-atrial pressure. This pressure rise is transmitted retrogradely to the pulmonary veins, increasing pulmonary venous pressure and driving fluid out of the vasculature into the alveolar spaces, thereby producing acute pulmonary edema. Clinically, patients may present with dyspnea from acute pulmonary edema accompanied by symptoms resembling heart failure. In severe cases, the condition may progress to cardiogenic shock.

POCUS, which can be rapidly performed in the emergency department, facilitates the assessment of left ventricular systolic and diastolic function as well as pulmonary and pleural findings, making it valuable in differentiating the etiology of pulmonary edema. Computed tomography (CT) provides a comprehensive evaluation of cardiac, aortic, and pulmonary structures and, importantly, delineates the spatial relationship between the aneurysm and the LA. Accordingly, CT is considered the gold standard for diagnosing TAA-related LA compression. Initial treatment focuses on medical stabilization of

pulmonary edema, heart failure, and, when necessary, cardiogenic shock. However, definitive management requires surgical intervention of the aortic aneurysm.

In this case, a giant thoracic aortic aneurysm extending from the aorto-mitral region to the descending thoracic aorta mechanically compressed the LA, thereby precipitating acute pulmonary edema. POCUS demonstrated relatively preserved left ventricular systolic function and marked dilation of the proximal aorta, suggesting a mechanism distinct from typical heart failure-related pulmonary edema. Subsequent CT imaging confirmed a large aneurysm arising near the aorto-mitral junction and extending into the descending thoracic aorta, exerting significant extrinsic pressure on the LA (fig 2). The patient arrived in severe respiratory failure requiring immediate endotracheal intubation. Despite treatment with diuretics and inotropic agents, the patient's hemodynamic status continued to decline, ultimately necessitating transfer to a tertiary medical center for thoracic surgical intervention.

Ethics statement

We were unable to obtain written consent for the publication of clinical information and imaging data due to difficulties in communicating with the patient and their guardian. However, all data related to the patient's personal information has been fully anonymized.

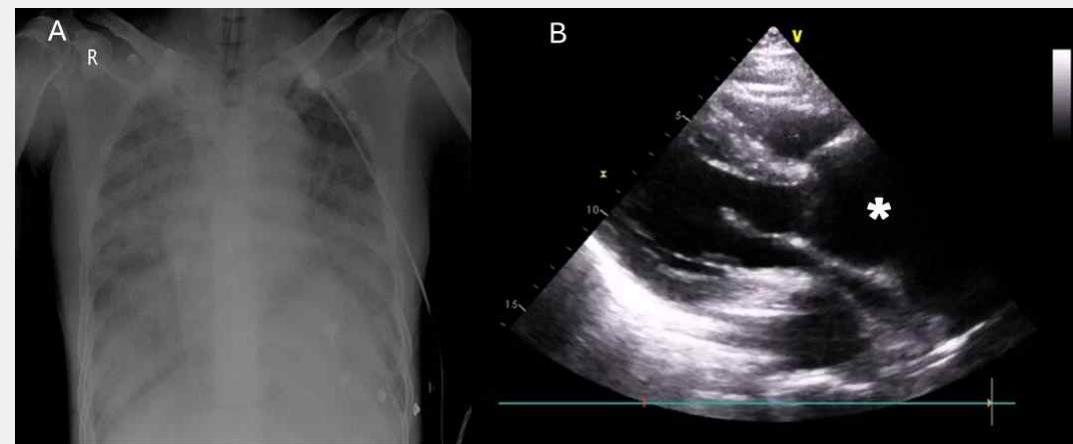


Fig 1. Initial chest radiograph and point-of-care cardiac ultrasound (POCUS).

A. The chest radiograph demonstrates diffuse bilateral pulmonary edema with cephalization of pulmonary vessels. Increased interstitial markings and vascular redistribution are evident.

B. The parasternal long-axis view demonstrates preserved left ventricular ejection fraction with concentric wall thickening. The proximal ascending aorta (*) at the level of the left ventricular outflow tract (LVOT) is markedly dilated, measuring approximately 6.7 cm.

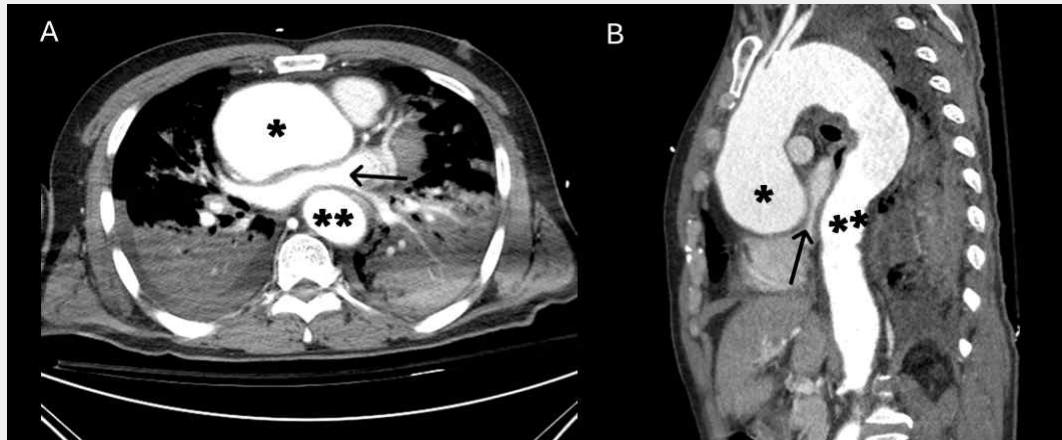


Fig 2. Contrast-enhanced thoracic CT demonstrating left atrial compression by a giant thoracic aortic aneurysm.

A. The axial CT image shows bilateral dependent atelectasis and a right pleural effusion. A markedly enlarged ascending aorta (*) is noted. The left atrium (Black arrow) is compressed between the dilated ascending aorta and the descending thoracic aorta (**).

B. The sagittal CT image demonstrates the left atrium (white arrow) compressed and indented between the proximal ascending aorta (*)—measuring 6.7 cm in maximal diameter—and the descending thoracic aorta. These findings are consistent with impaired left atrial filling and possible pulmonary venous outflow obstruction.

REFERENCES

1. LUISADA AA, Cardi L. Acute pulmonary edema: Pathology, physiology and clinical management. *Circulation*. 1956;13(1):113–35.
2. Laennec RTH. A Treatise on the Diseases of the Chest, and on Mediate Auscultation: Samuel S. and William Wood; 1838.
3. Celenk MK, Ozeke O, Selcuk MT, Selcuk H, Cagli K. Left atrial compression by thoracic aneurysm mimicking congestive heart failure. *Echocardiography: A Journal of Cardiovascular Ultrasound and Allied Techniques*. 2005;22(8):677–8.
4. Bae SB, Kang E-J, Choo KS, Lee J, Kim SH, Lim KJ, et al. Aortic arch variants and anomalies: embryology, imaging findings, and clinical considerations. *Journal of cardiovascular imaging*. 2022;30(4):231.
5. Dobbe L, Rahman R, Elmassry M, Paz P, Nugent K. Cardiogenic pulmonary edema. *The American Journal of the Medical Sciences*. 2019;358(6):389–97.

Ultrasound guided management of shock : A review of common algorithms

Chun Yue Lee

Acute & Emergency Care Centre, Khoo Teck Puat Hospital, Singapore
Yong Loo Lin School of Medicine, National University of Singapore

Abstract

Shock is a frequent problem in emergency, trauma and critical care medicine. The management of shock is contingent on the identification of its root causes. Bedside physical examination supported by laboratory and plain X-rays is the common approach to the assessment of shock patients but has its limitations. Point-of-care ultrasound (POCUS) is an extremely useful tool in diagnosis and is increasingly included as a routine patient assessment tool in shock management. Many institutions have put together various ultrasound examination techniques into protocols for the systematic evaluation of the shock patient. This article reviews some of these protocols that are used in practice.

Keywords

Shock, Hypotension, Ultrasound, Protocols, Emergency, Critical Care

Corresponding author

Chun Yue Lee, MD, PhD

Acute & Emergency Care Centre, Khoo Teck Puat Hospital, Singapore
Yong Loo Lin School of Medicine, National University of Singapore
E-mail: Lee.francis@alexandrahealth.com.sg

1. INTRODUCTION

Point-of-care ultrasound (POCUS) is a highly effective non-invasive assessment tool in the emergency and critical care setting and its ability for diagnosis far out performs the standard physical assessment. POCUS studies are goal-directed to achieve timely diagnosis and integration of findings into the clinical management plan. As such, POCUS emphasizes more of qualitative visual assessment and usually do not include detailed quantitative assessment and use of complex modalities like doppler.

The list of potential POCUS applications is large and many could be used in the management of shock. In clinical practice, the extent of US use in shock management is influenced by many factors: individual experience and skills in US techniques; department policies and adoption levels. This article examines the POCUS applications relevant to shock management and compares several

well-known POCUS shock algorithms.

Shock is a clinical state of tissue hypoxia resulting from inadequate oxygen delivery. It is often associated with acute circulatory failure. The hallmark of shock is hypotension, accompanied by a syndrome of end organ signs of hypoxia (altered mental status, dyspnea, cyanosis) and the corresponding physiologic response (tachycardia, tachypnea, cool clammy extremities) to shock.

Shock has a myriad of causes and they could be organized and classified (Table 1) according to the main pathogenesis mechanism.¹ The approach to shock management is first to determine what are the main contributors to the shock state in a particular patient. In the initial assessment of shock, the traditional approach of history, physical examination, laboratory investigations and plain X-rays forms the cornerstone of most practice. While this satisfies many shock scenarios; more complex cases, patients in extremis and whose

Table 1. Causes of Shock

Hypovolemic	Cardiogenic	Extra-cardiac Obstruction	Distributive
Blood Loss · Trauma · Hemorrhage	Left Ventricular Failure · Myocardial infarction · Ischemic heart disease · Drug induced	Cardiac tamponade Constrictive pericarditis Tension pneumothorax Tension hemothorax Pulmonary embolism	Sepsis Anaphylaxis Adrenal Crisis Neurogenic Drug Induced
Fluid Loss · Vomiting or Diarrhea · Dehydration · Burns · Fluid leak	Right Ventricular Failure Myocarditis Myocardial Contusion Arrhythmias Valvular disorders		

cause is multi-factorial or unknown; would require other modalities of assessment to ensure timely diagnosis and intervention.

3. THE ROLE OF ULTRASOUND IN SHOCK MANAGEMENT

The two primary goals of POCUS use in shock management are to identify the causes of shock and assessment of shock management and their outcomes (US-guided resuscitation). There are many types of POCUS applications that could contribute information towards the diagnosis of the etiology of shock and they are discussed henceforth.

4. COMPONENTS OF SHOCK ULTRASOUND ALGORITHMS

4.1 Transthoracic Echocardiography (TEE)

TEE is the cornerstone examination in most shock POCUS algorithms. The most basic level examination is qualitative assessment of cardiac function and chamber sizes using one or more of these standard views: parasternal long axis (PLAX), parasternal short axis (PSAX) and four chamber (4C) views, and subxiphoid (SX) view.

A visual assessment of global left ventricular (LV) function could help determine whether the cause of shock is cardiogenic (hypocontractile, large chamber size) or hypovolemic (hypercontractile, small chamber size).

The 4C view is primarily used to look for right ventricle (RV) enlargement (defined as RV to LV ratio of greater than 1) and signs of right heart strain (RV enlargement, paradoxical interventricular septal motion and tricuspid regurgitation). Either of these criteria can be used to rule in the diagnosis of pulmonary embolism in patients with moderate to high pre-test probability.^{2,3} RV strain is a sensitive indicator for pulmonary embolism in the subset of patients with hypotension.² On PSAX, a D-shaped left ventricle coupled with paradoxical motion of the interventricular septum indicates significant pressure effects of a large pulmonary embolus, compromising LV function.

As little as 15–35ml of fluid in the pericardial cavity can be detected with TTE⁴ and appears as an echo-free space behind the posterior wall of the LV. The size of the pericardial effusion is estimated by measuring the width of this space in cardiac diastole with the PLAX view and graded into mild (<10 mm), moderate (10–20 mm) and severe (>20 mm). Minimal amounts of fluid (<5 mm) seen during systole tends to be physiologic in nature.

The built up of intrapericardial pressure due to size and rapidity of pericardial effusion accumulation cause cardiac tamponade with demonstrable features on TEE: right atrial collapse, right ventricular collapse, left ventricular collapse or a “swinging heart”. These signs often pre-date the development of hemody-

namic compromise and prompts for early intervention and potentially influence clinical decisions and patient outcome.^{5,6,7}

TEE has a low sensitivity for diagnosing thoracic aneurysms. Occasionally, these may be inferred by the abnormal dilatation of the aortic root or an enlarged descending thoracic aorta.⁸ The aortic arch and its branches could be further evaluated through a suprasternal approach.^{9,10} The uncommon visualization of an intimal flap in the aorta implies aortic dissection.

4.2. Inferior Vena Cava

In POCUS, the visual assessment of the IVC diameter gives clues to the possible mechanism of shock. A small, collapsed IVC with “kissing walls” suggests a state of hypovolemia. A large and distended IVC may indicate possible cardiogenic or obstructive shock but must be interpreted in relation to the clinical state of the patient and further information from TEE findings. Quantitative IVC examinations in shock assessment is discussed in the section below.

4.3. Abdominal Aorta

US is an accurate means of assessing the size of the abdominal aorta and detection of abdominal aortic aneurysm (AAA).^{11,12} AAA is more common in persons greater than 50 years old.¹³ A diameter of 3 cm is usually used as a cut off for abdominal aortic dilatation.¹⁴ The size of the aorta has a good

correlation to rupture potential,¹⁵ with the risk increasing sharply with a diameter of 5 cm and beyond. Specific US signs of AAA rupture other than retroperitoneal hematoma are not always found.¹⁶

It has been shown that emergency department US improves time to diagnosis, time to operating room and survival in ruptured abdominal aneurysm.¹⁷

4.4. Peritoneal Spaces

Visceral bleeding into the intra-peritoneal compartments, traumatic or atraumatic,¹⁸ is discoverable by US examination. The technique for investigation is a comprehensive study of 3 key areas of the abdomen: the right upper quadrant for Morrison’s pouch or hepatorenal space; left upper quadrant for the sub-diaphragmatic and splenorenal space; the suprapubic region for the pouch of Douglas for females and rectovesical space for males; an approach that was recommended in the Focused Assessment for the Sonographic examination of the Trauma patient (FAST) protocol.¹⁹

While the FAST examination for intra-peritoneal free fluid was developed for trauma, it can be applied in shock caused by spontaneous hemorrhage or states of intra-abdominal fluid leak, such as in severe dengue.²⁰

4.5. Deep Vein Thrombosis (DVT) Scan

As pulmonary embolism is a potential cause of obstructive shock, the inclu-

sion of a DVT scan is recommended in some protocols. The assessment method adopted is the graded compression of the proximal lower limb veins.²¹ While some practice calls for tracing the entire length the femoral vein to its entry into the Hunter's canal, a 2-point compression of the common femoral vein (CFV) and the popliteal vein (PV) often adopted for POCUS studies is timely and accurate for DVT diagnosis.²² Detailed studies of the leg veins and doppler evaluation are not within the scope for POC studies.

4.6. Lung

The complex heart-lung interactions underpin the need to add lung US in shock evaluations.²³ One of the first uses of lung US is for the detection of pleural effusion.²⁴ The presence of a large pleural effusion, interpreted in the context of other lung US and echocardiographic findings²⁵ could lend support to the diagnosis of the cause of the shock state. Massive effusions accumulating over a brief period, albeit rare, could also cause obstructive shock.^{26,27} In trauma, the findings of a pleural effusion [820] can signify chest trauma as the possible cause of hypovolemic shock.

Tension pneumothorax is the signature condition where increased pleural pressures lead to shock.²⁹ The detection of a loss of lung sliding and absent B-lines (ring-down artifacts in LUS) establishes

the diagnosis of a pneumothorax. In US guided trauma assessment, the search for pneumothorax was later added to the FAST in the protocol called EFAST.³⁰

Lung US could be used to demonstrate the acute interstitial syndrome,³¹ a term used to describe the US findings of extensive number of B-lines in the lungs. A bilateral acute interstitial syndrome is seen cardiogenic pulmonary edema, bilateral pneumonias (often in viral and atypical pneumonia) or an acute lung injury producing acute respiratory distress syndrome (ARDS). Bilateral pneumonias and ARDS give a patchy distribution of B-lines with areas of parenchymal sparing, subpleural consolidations and abnormal pleural line as opposed to cardiogenic pulmonary edema.³²

While most protocol suggest point examinations (usually upper anterior and lower lateral lung field) of the lung, increasingly a more comprehensive examination of lung that allow better understanding of the distribution of lung pathology is advocated,³³ especially in the context of septic shock where the lung could be primary affected organ.

4.7. Point-of-Care Pelvic Ultrasound

In women of child-bearing age, ectopic pregnancy is one of key abdominal emergencies leading to hypotension and shock. As part of the diagnostic workup of shock or abdominal pain in this sub-group of patients with b-HCG

positive results, a pelvic US is extremely helpful³⁴ in demonstrating one of the following findings:

- Detection of significant amounts of free fluid in the pouch of Douglas and adjacent areas
- Demonstrating the absence of an intrauterine pregnancy (IUP)
- Demonstrating the presence of an ectopic pregnancy

For the POCUS practitioner, the first feature offers a quick but indirect evidence of ectopic pregnancy. This is often extended to include a FAST-type of examination to assess the severity of intra-abdominal bleeding. A trans abdominal US approach to demonstrate the absence of an intrauterine pregnancy (IUP) is an additional examination modality that could be added to shock assessment protocols.³⁵

The US detection of an ectopic pregnancy is not found in most POCUS protocols as it requires extensive experience and training in pelvic scanning. Likewise, US diagnosis of specific gynecologic emergencies such as ovarian cyst rupture, torsion and pregnancy-related shock states are not in scope for the same reasons.

5. ULTRASOUND PROTOCOLS FOR SHOCK

The relevant POCUS modalities combined into a concerted protocol provides an organized, systematic and effective way to evaluate shock. It has been shown that using a goal directed

US approach leads to more timely and accurate diagnosis in patients with undifferentiated hypotension.³⁶ To date, there are many protocols available, all sharing similar key components of US examinations and only small variations exist between them.

5.1. Early Diagnostic Protocols

The FAST¹⁹ examination is one of the earliest published algorithm that use US for assessment in patients with shock. In this protocol, the primary goal is the detection of hemoperitoneum and hemothorax to infer the presence of organ injuries. In the application of this scanning regime on 1540 patients for the detection of bleeding, the overall sensitivity was 83.3% and specificity was 99.7%. The highest sensitivity and specificity was observed in two clinical subgroups: patients with precordial or transthoracic wounds (sensitivity 100%, specificity 99.3%) and blunt torso trauma patients who were hypotensive (sensitivity 100%, specificity 100%). US-inclusive assessment of blunt torso trauma was shown to decrease time to operative care, reduce resource use (length of stay, CT scan utilization) and lower complication rates.³⁷

The Undifferentiated Hypotension Patient (UHP) US protocol³⁸ is the first published US algorithm for shock assessment. The authors suggested the 3-view sonographic study comprising of: subxiphoid cardiac examination for qualitative activity and clinically significant pericardial effusion;

Morrison's pouch-only study (c.f. FAST) for free intraperitoneal fluid assessment; and a focused examination of the abdominal aorta for aneurysm. The aim is to provide a quick and systematic way to find reversible causes of hypotension in situations where the clinical history is limited.

The Trinity Protocol,³⁹ developed as a standardized institution based approach to non-trauma shock evaluation, has combined elements of the FAST and UHP exams. In a much more comprehensive approach: the heart is examined in PLAX and PSAX orientation; the abdominal aorta studied at proximal, mid and bifurcation levels; the hepatorenal, splenorenal and suprapubic views of the FAST examination, and scanning of the the lower lungs for effusion; were included.

5.2. Later Diagnostic Protocols

Later shock POCUS protocols continue the theme of a comprehensive evaluation for shock with slight variations to the sequence and extent of examinations.

The Rapid Ultrasound for Shock and Hypotension (RUSH) concept by Weingart et al in 2006⁴⁰ examined the heart in PLAX and PSAX with an additional 4-chamber view and the potential torso fluid spaces with a FAST-type of examination. IVC assessment was added as to help define where a shock state is hypovolemic or obstructive in nature.

Aorta is examined at three levels as in Trinity. The lung scan for effusion and pneumothorax was included. In the later rendition of the protocol, DVT scans with a 2-point compression technique was also added.

Rapid Ultrasound in Shock (RUSH)⁹ is a comprehensive protocol which conceptualized the examinations into themes: pump (cardiac function and pathology), tanks (potential fluid spaces in the torso) and pipes (assessment of aortas, IVC and lower leg veins). Of special mention is the discussion about the diagnosis of thoracic aortic dissection via the examination of the aortic root in PLAX cardiac study and a suprasternal examination of the aortic arch. Examination of the lung for pulmonary edema and consolidations were also mentioned. RUSH applied on emergency department patients with undifferentiated shock was found to have a high correlation with final diagnosis.⁴¹ Ghane et al showed differences in the diagnostic performance of RUSH on different type of shock with the highest agreement of US versus final diagnosis for obstructive and cardiogenic shock.⁴²

The Fast and Reliable protocol³⁵ is like RUSH by Weingart et al but added scanning for ectopic pregnancy, through the demonstration of an absent IUP. Several US diagnostic protocols are centered on transthoracic echo cardiology examination. Focused Assessed Transthoracic Echocardiography (FATE)⁴³ is classic example with additional

quantitative assessment of the heart (chamber dimensions and ejection fraction calculation).

SIMPLE⁴⁴ is a goal-directed shock assessment protocol which primarily examines the heart but includes scanning for pleural effusion and the abdominal aorta at the level of epigastrium.

SEARCH 8E⁴⁵ is a POC algorithm developed not just for hypotension but also for the diagnosis of chest pain and dyspnea. It has a very comprehensive approach to lung scanning, adapted from Lichtenstein's BLUE protocol.⁴⁶ This protocol was shown to narrow the number of differential diagnoses, improved diagnostic confidence of physicians and had high reliability indices. A detailed comparison of these protocols is summarized in Table 2.

5.3. Ultrasound for guiding shock resuscitation

One of the cornerstone of shock resuscitation is to determine whether a patient is likely to benefit from fluid therapy. Fluid responsiveness is a concept of adequacy of preload reserves and could be defined as a 15% increase in stroke volume after a 500ml fluid challenge.⁴⁷ US has a useful role in assessing this in a non-invasive manner.

Quantitative IVC Assessment

The diameter of the IVC (D) has a correlation with intravascular volume

and varies with the respiratory cycle, collapsing (Dmin) during inspiration and expands (Dmax) during expiration. These numbers could be used to derive the caval index or collapsibility index, $(D_{max} - D_{min})/D_{max} \times 100$. While the index is often touted as a good guide for fluid responsiveness, large variations in IVC diameters in human subjects^{48,49} and technical challenges in accurate measurement⁵⁰ obviate the usefulness of this tool in spontaneous breathing patients. In mechanically ventilated patients, the use of the distensibility index, $(D_{max} - D_{min})/D_{min} \times 100\%$, is more predictive.⁵¹

Echocardiographic assessment

Dynamic assessment of stroke volume (SV) using transthoracic echocardiography is a promising method for determining pre-load reserves. SV is derived from the measurement of the Velocity-Time Integral at the left ventricular outflow tract via an apical 5-chamber view of the heart.⁵² The changes in SV after fluid administration⁵³ or passive leg raise⁵⁴ gives an accurate prediction of fluid responsiveness.

Static echocardiographic measurements of intracavitary pressures and chamber dimensions are not useful in fluid responsiveness assessment.⁵⁵

Table 2. Comparisons of Shock Point-of-care Ultrasound Protocols

PROTOCOL	UHP [38]	TRINITY [39]	FATE [33]	RUSH [40]	ACES [57]	RUSH [9]	POCUS [35]	SIMPLE [44]	SEARCH 8E [45]
HEART	Rose et al, 2001	Bahner, 2002	Jensen et al, 2004	Weingart et al, 2008	Atkinson et al, 2009	Perera et al, 2010	Liteplo et al, 2012	Mok, 2016	Ahn et al, 2017
	SX	PLAX, PSAX, SX	PLAX, PSAX, SX, A4C	PLAX, PSAX, SX, A4C	SX, Optional: PLAX, PSAX, SX, A4C	PLAX, PSAX, SX, A4C	PLAX, PSAX, SX, A4C	PLAX, PSAX, SX, A4C	PLAX, PSAX, SX, A4C
LUNGS	No	Lung Base	Lung Base	Anterior Chest- Lung Base	Lung Base	Anterior and lateral lung fields, Lung Base	Anterior Chest- MCL, Lung Base	No	Incorporated BLUE protocol [46]
	Morrison's Pouch	FAST-type exam	No	FAST-type exam	FAST-type exam	FAST-type exam	FAST-type exam	No	Only left and right upper quadrants. No pelvic views
ABDOMEN	No	No	No	No	No	PLAX, Suprasternal	No	No	Suprasternal view
	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes, at epigastrium only
THORACIC AORTA	No	No	No	No	No	PLAX, Suprasternal	No	No	Yes, at epigastrium only
	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
ABDOMINAL AORTA	No	No	Yes, in Extended FATE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Yes	Yes	No	No	No	No	No	No	No
IVC	No	No	No	No	No	No	No	No	No
DVT	No	No	No	No	No	No	No	No	No
ECTOPIC	No	No	No	No	No	No	No	No	No
OTHERS	-	-	Extended FATE includes A1, A2, A5	-	-	-	-	Pleural effusion via cardiac views	-

A2, apical 2-chamber; A5, apical 5-chamber; ACES, apical 4-chamber; FATE, focused assessment with sonography in shock; AL, apical long; DVT, deep vein thrombosis; FAST, focused assessment for the sonographic examination of the trauma patient; FATE, focused assessed transthoracic echocardiography; IUP, intra-uterine pregnancy; IVC, inferior Vena Cava; MCL, mid-clavicular line; PLAX, parasternal long axis; POCUS, Point-of-care ultrasound – fast and reliable; PSAX, parasternal short axis; SX, subxiphoid.

Fluid Administration Limited by Lung Sonography (FALLS) protocol

The Fluid Administration Limited by Lung Sonography (FALLS) uses lung US to determine the fluid tolerance with the development of B-lines (interstitial edema) in the anterior lung field as an endpoint for fluid resuscitation.⁵⁶

6. CONCLUSION

In the critically ill patient, timely diagnosis and intervention of shock greatly influences outcome. To achieve this, the clinician should adopt a goal directed approach towards the assessment of the patient, supported by a fast but comprehensive US examination. It is with this goal that US protocols are developed. This review presented several protocols that could be easily adapted and incorporated into clinical practise.

CONFLICT OF INTEREST

I declare that I do not have any competing interests.

REFERENCES

1. Weil MH, Shubin H. Proposed reclassification of shock states with special reference to distributive defects. *Adv Exp Med Biol.* 1971; 16:13–23.
2. Rudoni RR, Jackson RE, Godfrey GW, Bonfiglio AX, Hussey ME, Hauser AM. Use of two-dimensional echocardiography for the diagnosis of pulmonary embolus. *J Emerg Med.* 1998; 16(1):5–8.
3. Dresden S, Mitchell P, Rahimi L, Leo M, Rubin-Smith J, Bibi S Et al. Right ventricular dilatation on bedside echocardiography performed by emergency physicians aids in the diagnosis of pulmonary embolism. *Ann Emerg Med.* 2014; 63(1):16–24.
4. Horowitz MS, Schultz CS, Stinson EB et al. Sensitivity and specificity of echocardiographic diagnosis of pericardial effusion. *Circulation* 1974; 50:239–47.
5. Mercé J, Sagristà-Sauleda J, Permanyer-Miralda G, Evangelista A, Soler-Soler J. Correlation between clinical and Doppler echocardiographic findings in patients with moderate and large pericardial effusion: implications for the diagnosis of cardiac tamponade. *Am Heart J.* 1999; 138:759–764.
6. Levine MJ, Lorell BH, Diver DJ, Come PC. Implications of echocardiographically assisted diagnosis of pericardial tamponade in contemporary medical patients: detection before hemodynamic embarrassment. *J Am Coll Cardiol.* 1991; 17:59–65.
7. Guberman BA, Fowler NO, Engel PJ, Gueron M, Allen JM. Cardiac tamponade in medical patients. *Circulation.* 1981; 64:633–640.
8. Daignault MC, Saul T, Lewiss RE. Focused cardiac ultrasound diagnosis of thoracic aortic aneurysm: two cases. *J Emerg Med.* 2014; 46(3):373–377.
9. Perera P, Maihot T, Riley D, Mandavia D. The RUSH exam: rapid ultrasound in shock in the evaluation of the critically ill. *Emerg Med Clin N Am.* 2010; 28:9–56.

10. Kinnaman KA, Kimberly HH, Pivetta E, Platz E, Chudgar A, Adduci A et al. Evaluation of the aortic arch from the suprasternal notch view using focused cardiac ultrasound. *J Emerg Med.* 2016; 50(4):643–650.
11. Tayal VS, Graf CD, Gibbs MA. Prospective study of accuracy and outcome of emergency ultrasound for abdominal aortic aneurysm over two years. *Acad Emerg Med.* 2003; 10(8):867–871.
12. Kuhn M, Bonnin RLL, Davey MJ, Rowland JL, Langlois SLeP. Emergency department ultrasound scanning for abdominal aortic aneurysm: accessible, accurate and advantages. *Ann Emerg Med.* 2000; 36:219–223.
13. Singh K, Bona KH, Jacobsen BK, Bjork L, Solberg S. Prevalence of and risk factors for abdominal aortic aneurysms in a population based study – The Tromso Study. *Am J Epidemiol.* 2001; 154(3):236–244.
14. Steinberg I, Stein H. Visualization of abdominal aortic aneurysms. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med.* 1965; 95(3):684–695.
15. Reed WW, Hallett JW Jr, Damiano MA, Ballard DJ. Learning from the last ultrasound. A population-based study of patients with abdominal aortic aneurysm. *Arch Intern Med.* 1997; 157(18):2064–2068.
16. Catalano O, Siani A. Ruptured abdominal aortic aneurysm: categorization of sonographic findings and report of 3 new signs. *J Ultrasound Med* 2005; 24:1077–1083
17. Plummer D, Clinton J, Matthew B. Emergency department ultrasound improves time to diagnosis and survival in ruptured abdominal aortic aneurysm. Abstract in *Acad Emerg Med.* 1998; 5:417.
18. Halbfass HJ, Wimmer B, Hauenstein K, Zavisic D. Ultrasonic diagnosis of blunt abdominal injuries. *Fortschr Med.* 1981; 99(41):1681–1685.
19. Rozycki GS, Ballard RB, Feliciano DV, Schmidt JA, Pennington SD. Surgeon-Performed Ultrasound for the Assessment of Truncal Injuries: Lessons Learned from 1540 Patients. *Ann Surg.* 1998; 228:557–567.
20. Ventaka Sai PM, Dev B, Krishnan R. Role of ultrasound in dengue fever. *Br J Radiol.* 2005; 78:416–418.
21. Lensing AW, Prandoni P, Brandjes D, Huisman PM, Vigo M, Tomasella G Et al. Detection of Deep-Vein Thrombosis by Real-Time B-Mode Ultrasonography. *N Engl J Med.* 1989; 320:342–345.
22. Crisp JG, Lovato LM, Jang TB. Compression ultrasonography of the lower extremity with portable vascular ultrasonography can accurately detect deep venous thrombosis in the emergency department. *Ann Emerg Med.* 2010; 56(6): 601–610.
23. Pinsky MR. Heart-lung interactions. *Curr Opin Crit Care.* 2007; 13:528–531.
24. Joyner Jr CR, Herman RJ, Reid JM. Reflected ultrasound in the detection and localization of pleural effusion. *JAMA.* 1967;200(5):399–402.
25. Chidambaran S, Sangareddi V, Ganesan G, Dhandapani VE, Ravi MS, Meenakshi K et al. An echocardiographic assessment of cardiovascular hemodynamics in patients with large pleural effusions. *Indian Heart J.* 2013; 65(6):666–670.
26. Kaplan LM, Epstein SK, Schwartz SL, Cao QL, Pandian NG. Clinical, Echocardiographic, and Hemodynamic Evidence of Cardiac Tamponade Caused by Large Pleural Effusions. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995; 151(3 Pt 1):904–908.
27. Traylor JJ, Chan K, Wong I, Roxas JN, Chandraratna PA. Large pleural effusions producing signs of cardiac tamponade resolved by thoracentesis. *Am J Cardiol.* 2002; 89:106–108.
28. Sisley AC, Rozycki GS, Ballard RB, Namias N, Salomone JP, Feliciano DV. Rapid detection of traumatic effusion using surgeon-performed ultrasonography. *J Trauma.* 1998; 44(2):291–296.
29. Carvalho P, Hilderbrandt J, Charan NB. Changes in bronchial and pulmonary arterial blood flow with progressive tension pneumothorax. *J Appl Physiol.* 1996; 81: 1664–1669.
30. 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; 57:288–295.

31. Lichtenstein D, Mézière G, Biderman P, Gepner A, Barré O. The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar–interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997; 156:1640–1646.
32. Copetti R, Soldati G, Copetti P. Chest sonography: a useful tool to differentiate acute cardiogenic pulmonary edema from acute respiratory distress syndrome. *Cardiovascular Ultrasound*. 2008; 6:16. DOI: 10.1186/1476-7120-6-16
33. Lee FCY. Lung ultrasound – a primary survey of the acutely dyspneic patient. *Journal of Intensive Care*. 2016; 4:57. DOI: 10.1186/s40560-016-0180-1
34. Stein JC, Wang R, Adler N, Boscardin J, Jacoby VL, Won G Et al. Emergency physician ultrasonography for evaluating patients at risk for ectopic pregnancy: a meta-analysis. *Ann Emerg Med*. 2010;56 (6):674–683.
35. Liteplo A, Noble V, Atkinson P. My patient has no blood pressure: point-of-care ultrasound in the hypotensive patient – FAST and RELIABLE. *Ultrasound*. 2012; 20:64–68.
36. Jones AE, Tayal VS, Mathew S, Kline JA. Radomized controlled trial of immediate versus delayed goal-directed ultrasound to identify the cause of non-traumatic hypotension in emergency department patients. *Crit Care Med*. 2004; 32:1703–1708.
37. Melniker LA, Liebner E, McKenney MG, Lopez P, Briggs WM, Mancuso CA. Randomized controlled clinical trial of point-of-care, limited ultrasonography for trauma in the emergency department: the First Sonography Outcomes Assessment Program Trial. *Ann Emerg Med* 2006; 48:227–235.
38. Rose JS, Bair AE, Mandavia D, Kinser DJ. The UHP Ultrasound Protocol: A Novel ultrasound approach to the empiric evaluation of the undifferentiated hypotensive patient. *Am J Emerg Med*. 2001; 19:299–302.
39. Bahner DP. Trinity: A hypotensive ultrasound protocol. *JDMS*. 2002; 18:193–198
40. Weingart SD, Duque D, Nelson BP. Rapid Ultrasound for Shock and Hypotension (RUSH-HIMAPP) [online article]. 2009. Available at: <http://emedhome.com/>. Accessed December 19, 2013.
41. Bagheri-Hariri S, Yekesadat M, Farahmand S, Arbab M, Sedaghat M, Shahlafar N et al. The impact of using RUSH protocol for diagnosing the type of unknown shock in the emergency department. *Emerg Radiol*. 2015; 22(5):517–520.
42. Ghane MR, Gharib MH, Ebrahimi A, Samimi K, Rezaee M, Rasouli HR et al. Accuracy of Rapid Ultrasound in Shock (RUSH) exam for diagnosis of shock in critically ill patients. *Trauma Mon*. 2015; 20(1): e20095. DOI: 10.5812/traumamon.20095.
43. Jensen MB, Sloth E, Larsen KM, Schmidt MB. Transthoracic echocardiography for cardiopulmonary monitoring in intensive care. *Eur J Anaesthesiol*. 2004; 21:700–707.
44. Mok KL. Make it SIMPLE: enhanced shock management by focused cardiac ultrasound. *Journal of Intensive Care* 2016; 4:51. DOI: 10.1186/s40560-016-0176-x
45. Ahn JH, Jeon J, Toh HC, Noble VE, Kim JS, Kim YS et al. SEARCH 8Es: A novel Point-of-care ultrasound protocol for patients with chest pain, dyspnea or symptomatic hypotension in the emergency department. *PLoS ONE*. 2017; 12(3): e074581.
46. Lichtenstein DA, Mézière G. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: The Blue Protocol. *Chest*. 2008; 134:117–125.
47. Marik PE, Cavallazzi R. Does the central venous pressure (CVP) predict fluid responsiveness: an update meta-analysis and a plea for some common sense. *Crit Care Med* 2013; 41:1774–1781.
48. Moreno FL, Hagan AD, Holmen JR, Pryor TA, Strickland RD, Castle CH. Evaluation of size and dynamics of the inferior vena cava as an index of right-sided cardiac function. *Am J Cardiol*. 1984; 53(4):579–585.
49. Goldhamer E, Mesnick N, Abinader EG,

Sagiv M. Dilated inferior vena cava: a common echocardiographic finding in highly trained elite athletes. *J Am Soc Echocardiogr.* 1999; 12(11): 988–993.

50. Blehar JD, Resop D, Chin B, Dayno M, Gaspari R. Inferior vena cava displacement during respirophasic ultrasound imaging. *Critical Ultrasound Journal.* 2012; 4:18. DOI: 10.1186/2036-7902-4-18.

51. Feissel M, Michard F, Faller JP, Teboul JL. The respiratory variation in inferior vena cava diameter as a guide to fluid therapy. *Intensive Care Med* 2004; 30:1834–1837.

52. Armstrong W, Ryan T. Hemodynamics. In: Armstrong W, Ryans T (eds). *Feigenbaum's Echocardiography.* 7th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2010:218–241.

53. Lamia B, Ochagavia A, Monnet X, Chemla D, Richard C, Teboul JL. Echocardiographic prediction of volume responsiveness in critically ill patients with spontaneously breathing activity. *Intensive Care Med* 2007; 33:1125–1132.

54. Maizel J, Airapetian N, Lorne E, Tribouilloy C, Massy Z, Slama M. Diagnosis of central hypovolemia by using passive leg raising. *Intensive Care Med* 2007; 33:1133–1138.

55. Michard F, Teboul JL. Predicting fluid responsiveness in ICU patients: a critical analysis of the evidence. *Chest* 2002;121(6):2000–2008

56. Lichtenstein D. FALLS-protocol: lung ultrasound in hemodynamic assessment of shock. *Heart Lung Vessel.* 2013;5(3):142–147.

57. P.R. Atkinson, D.J. McAuley, R.J. Kendall. Abdominal and Cardiac Evaluation with Sonography in Shock (ACES): an approach by emergency physicians for the use of ultrasound in patients with undifferentiated hypotension. *Emerg Med J.* 2009; 26:87–91

심폐소생술 도중 현장진단 초음파의 적용

Application of the point-of-care ultrasound during resuscitation

박유석 / 연세대학교 의과대학 응급의학교실

Yoo Seok Park / Department of Emergency Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Abstract

Identifying the underlying cause of cardiac arrest represents the one of the greatest challenges of managing patients with asystole or pulseless electrical activity (PEA) and accurate determination has the potential to improve management by guiding therapeutic decisions. Point-of-care ultrasound (POC ultrasound) is currently the only radiographic modality with the potential to guide management in real time, at the bedside, during cardiac arrest without interfering with resuscitation. POC ultrasound can differentiate true PEA from pseudo PEA. It also aids in the diagnosis of the most common and easily reversible causes of cardiac arrest; severe hypovolemia, cardiac tamponade, pulmonary embolism and tension pneumothorax. These diagnoses cannot be made with standard physical examination or the electrocardiogram. Therefore, POC ultrasound can decrease the time between arrest and appropriate therapy.

Keywords

Cardiac arrest, Point-of-care testing, Resuscitation, Ultrasonography.

Corresponding author

Yoo Seok Park

Department of Emergency Medicine, Yonsei University College of Medicine
50, Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul, Republic of Korea

Tel: 02-2228-2460

Fax: 02-2227-7908

E-mail: pys0905@yuhs.ac

서론

체계화된 기본인명구조술 및 전문심장구조술의 보급과 질 관리에도 불구하고 심정지 환자의 생존율은 여전히 낮다.¹ 특히 제세동이 가능한 리듬의 생존율이 40%인 것에 비해 무맥성 전기활동 환자의 생존율은 6%로 상대적으로 낮다.^{2,3} 제세동이 가능한 환자의 심폐소생술에서 가장 중요한 것은 빠른 제세동이다. 하지만 무수축이나 무맥성 전기활동을 보이는 환자의 치료에 가장 중요한 것은 교정 가능한 원인을 찾고 이를 해결하는 것이다. 최근 발표된 가이드라인에서도 교정 가능한 원인을 ‘5H, 5T’로 제시하면서 여전히 강조하고 있다. 4문제는 이 원인을 어떻게 찾느냐인 것이다. 일부 원인, 예를 들어 저체온이나 고칼륨혈증 등은 기본적인 모니터링이나 검사실 검사로 확인이 가능하다. 하지만 심장눌림증이나 긴장형기흉 등은 병력이나 신체검사 만으로 진단하기에는 어려움이 있다. 특히 심정지와 같은 혼란한 상황에서 정확한 청진은 무리다. 만약 이와 같은 교정 가능한 원인을 진단하지 못한다면 심장막천자와 같은 처치는 어려울 것이다. 더욱이 그 치료가 침습적이고 합병증을 유발할 가능성이 있다면 의사들은 확신을 가지고 처치하기 어렵다. 따라서 가능한 빨리 그리고 정확하게 진단할 수 있는 방법이 필요하다.

최근 많은 영역에서 진단도구로서 현장 진단 초음파(point-of-care ultrasound)가 사용되고 있다.⁵⁻⁷ Levitt 등⁸은 신체검사만 단독으로 시행했을 때에 비해 초음파를 사용함으로 응급의학과 의사들의 의사결정에 대한 확신이 증가하였다고 보고

하였다. 초음파는 무수축 또는 무맥성 전기활동 환자의 교정가능한 원인을 확인하고 이에 따른 명확한 의사결정을 할 수 있도록 도움을 줄 수 있다. 이에 1980년대 초반 처음으로 심정지 환자에게 현장 진단 초음파가 적용된 이후 많은 연구들이 진행되고 있다.⁹⁻¹² 특히 심폐소생술의 과정에 방해가 되지 않는 짧은 시간 내에 심정지 환자에게 초음파 영상을 얻는 것이 가능하다는 것이 확인되었다.¹²

따라서 저자는 이번 종설을 통해 현재 가이드라인의 전문심장소생술 알고리듬을 따르는 현장진단 초음파의 적용 방법 및 교정 가능한 심정지 원인들의 초음파 소견을 제시하고자 한다.

본론

1. 심정지 상태에서 현장진단 초음파의 적용 방법

심폐소생술을 시행하는 동안 시행하는 현장진단 초음파는 일반적으로 시행하는 초음파와 몇 가지 차이가 있다. 그 중 가장 큰 차이는 초음파를 실시하는 시간이 매우 제한적이라는 것이다. 최근 가이드라인에서는 고품질의 심폐소생술을 강조하고 있다.¹³ 특히 가슴압박의 중단을 최소화 하는 것이 매우 중요하다. 따라서 우리는 심폐소생술이 멈추는 아주 짧은 시간, 다시 말해 리듬 및 맥박을 확인하는 10초 이내에 초음파를 시행해야 한다. 이는 초음파를 시행하는 우리들에게 가장 큰 제약이다. 또한 가슴압박을 방해하지 않는 위치에서 초음파를 시행해야 한다. 이와 같은 시간적 제약을 극복하고 가슴

압박 중단의 최소화를 위해서 초음파의 시행자는 소생팀의 일원으로 다른 역할을 시행하기 어렵다. 또한 팀 리더는 초음파의 시행과 관계없이 표준화된 전문심장소생술 알고리듬에 따라 심폐소생술을 시행하여야 하며, 초음파 시행자는 리더의 지시에 따라서 허용된 시간에 초음파를 시행하여야 가슴압박의 재개를 지연시키지 않을 수 있다. 두 번째 제한점은 환자의 자세이다. 일반적으로 심장초음파를 시행하는 것과는 다르게 심정지 환자는 우리가 원하는 자세를 잡을 수 없다. 바로 누운 자세의 환자에게 시행을 해야 한다. 우리는 이와 같은 한계를 극복하면서 최선의 영상을 얻어야 한다. 이를 위해서 우리는 4가지 단계를 거쳐 심정지 환자에 대한 영상을 얻고, 이를 분석하여야 한다. 첫 번째는 준비단계이다. 초음파 시행자는 초음파 장비 및 젤을 준비하고 장비가 잘 작동하는지 테스트를 시행한다. 이와 같은 준비단계는 심폐소생술 중단을 최소화하기 위하여 매우 중요하다. 준비가 끝나면 팀 리더에게 이를 알려 다음의 가슴압박이 멈춘 순간 시행할 수 있도록 해야 한다. 그리고 마지막 가슴압박이 시행되는 동안 환자의 칼돌기를 촉지하고 그 아래 부위에 탐색자를 지긋이 눌러 환자와의 각도가 10° 정도가 되도록 준비한다. 2분 또는 5주기의 가슴압박이 끝나면 바로 현장진단 초음파를 시행한다. 만약 제세동이 필요한 경우에는 제세동이 지연되지 않도록 검사를 멈춰야 한다. 만약 무수축 리듬이라면 시행할 수 있는 시간적 여유는 매우 짧을 것이다. 다시 말해 관류리듬(perfusing rhythm)이 없는 경우 맥박 확인을 하지 않으므로 초음파를 시행할 여유를 얻기 어려울 것이다. 반면

무맥성 전기활동이라면 맥박을 확인하는 동안 시행할 수 있다. 일반적으로 5초 이내에 시행할 것을 권고하고 있다.¹² 그리고 환자의 심박수가 20회까지 느려질 수 있음을 고려해서 3초 이상의 영상을 얻을 것을 권고하고 있다. 고품질의 가슴압박이 재개되면 시행자는 저장된 영상을 확인하여 이상소견을 확인한다. 그리고 마지막으로 검사 소견에 대하여 팀원들과 의사소통을 하고 필요한 처치가 있을 경우 이를 시행한다.

현장진단 초음파를 통해 확인할 수 있는 교정 가능한 심정지 원인으로는 혈량 저하증, 심장눌림증, 폐색전증 및 긴장형 기흉 등이 있다. 이를 확인하기 위하여 검사자는 심장, 복부 및 폐 초음파를 시행하여야 한다. 2.5–5.0Hz의 부채꼴 (sector, phased array) 탐색자를 이용하면 탐색자를 바꾸지 않고 세 부위의 검사를 시행할 수 있다. 가장 먼저 시행할 부위는 심장이다. 일반적으로 심장초음파를 시행할 때에는 왼쪽 옆으로 누운 자세에서 복장뼈주위축단면도(parasternal axis view)와 심첨4방도/심첨2방도/심첨장축도 (apical 4 chamber/2 chamber/long axis view)를 검사한다. 하지만 심폐소생술 환자는 바로 누운 자세로 있기 때문에 갈비밑 4방도(subcostal 4 chamber view)가 가장 많이 권고된다. 이 영상은 심첨4방도를 90도 회전시킨 것과 유사하다. 여기서 중요한 것은 4개의 방을 모두 정확하게 잡는 것이다. 우리는 각 방의 크기 및 상대적인 비교를 통해서 위에서 언급한 심정지의 원인을 진단할 수 있다. 따라서 정확하지 않은, 다시 말해 축이 어긋난 영상을 얻게 되면 잘못된 진단을 할 수

있다. 만약 정확한 갈비밑4방도를 얻지 못한다면 복장뼈주위축단면도나 심첨4방도 등을 시행해 볼 수 있다. 심장초음파에서 이상이 발견되면 추가적인 확인을 위해 하대정맥이나 대동맥을 검사한다. 그리고 심장초음파에서 이상이 없으면 폐초음파를 통해 기흉 유무를 확인한다. 물론 5초 이내에 가슴, 복부 및 폐초음파를 시행하는 것은 무리일 수 있다. 따라서 시행자는 가슴압박이 멈추는 순간마다 이 검사들을 순차적으로 시행하는 것이 필요하다.

2. 심정지 상태에서 확인할 수 있는 현장 진단 초음파 소견

가. 무수축(asystole, cardiac standstill)

현장진단 초음파 소견 상 무수축 상태는 심실벽의 움직임이 없는 상태이다. 가슴압박을 멈춘 상태에서 무수축 환자에서도 판막의 움직임은 관찰될 수 있다. 이는 효과적인 가슴압박에 의한 혈류에 의해 발생할 수 있다. 또한 인공호흡에 의한 흉강 내 압력의 변화로 인해서도 유발

될 수 있다.¹⁴ 그리고 무수축 상태의 심실내에서 고 음영의 젤과 같은 덩어리를 관찰할 수 있다(Fig 1A). 이는 느려진 혈류로 인해서 발생하거나 혈전의 조기 형성에 의해서 발생하였을 수 있으며, 나쁜 예후와 연관이 있다고도 한다.¹⁵ 하지만 자가순환회복이 되면 이 현상은 사라진다(Fig 1B). 심전도에서 무수축인 환자를 검사할 때 또 한가지 중요한 것은 심실세동의 확인이다. 심실세동은 심전도를 통한 진단이지만 미세한 심실세동은 무수축으로 오인될 수 있다. 우리는 초음파를 통해 심방의 움직임과 심실 떨림의 확인을 통해 미세한 심실세동을 진단할 수 있다.¹⁶

나. 무맥성 전기활동

무맥성 전기활동이란 심전도에서 심장의 전기리듬이 관찰되지만 임상적으로는 심장박출(cardiac output)이 없는 상태이다. 하지만 이는 초음파를 통해 진짜 무맥성 전기활동과 거짓 무맥성 전기활동으로 구분할 수 있다. 전자의 경우는 심장 전기리듬에도 불구하고 심실벽의 움직임

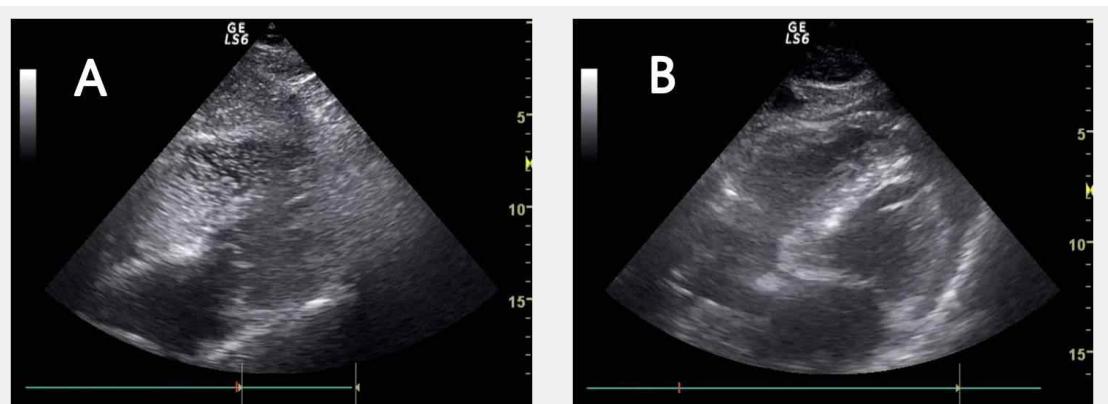


Figure 1. Subcostal image of a patient with asystole. Notice the gel-like hyperechoic mass within the ventricles (A). It disappears after return of spontaneous circulation (B).

이 없는 상태이다. 반면에 후자는 초음파에서 심실벽의 움직임이 관찰되지만 맥박은 촉지할 수 없는 상태이다. 이것은 펌프 기능이 심각하게 떨어진 심장성쇼크라고 볼 수 있다. 이 두 가지를 구분해서 얻을 수 있는 장점은 환자의 초기 예후를 예측할 수 있다는 점이다. Gaspari 등¹⁷은 무수축 및 무맥성 전기활동인 793명을 대상으로 한 연구에서 초음파에서 심장의 움직임이 있는 것이 자가순환회복, 생존 입원 및 생존 퇴원과 연관이 있었으며 반면 심장의 움직임이 없을 경우 생존 퇴원은 0.6%에서 관찰되었다고 하였다. 이와 같은 결과는 최근 발표된 메타분석에서도 확인되었다(자가순환회복: 양성우도비 4.8 (95% 신뢰구간 2.5-9.4), 음성우도비 0.06 (95% 신뢰구간 0.01-0.39), 생존 입원: 양성우도비 4.1(95% 신뢰구간 2.3-7.4), 음성 우도비 0.13(95% 신뢰구간 0.07- 0.24)).¹⁸ 이 결과는 심정지 환자의 현장진단 초음파

에서 심실벽의 움직임이 확인될 경우 조금 더 지속적인 소생술을 시행해 볼 수 있다는 것이며, 또한 충분한 소생술에도 심장의 움직임을 확인할 수 없는 경우에는 소생술의 중단을 고려해 볼 수 있다는 것이다.

다. 혈량저하증

혈량저하증의 초음파 소견은 덜 채워지는 우심실, 작아진 좌심실의 운동과다 및 좌심실의 확장기말용적(end-diastolic volume)의 감소이다(Table 1, Fig 2A).¹⁹⁻²¹ 특히 좌심실의 확장기말용적은 혈액 감소와 높은 상관성을 보인다($r=0.96$). 하지만 심정지 상태에서 좌심실의 운동과다나 확장기말용적을 측정하는 것은 어렵다. 따라서 우리는 좌, 우심실이 작아져 있는 경우 추가적으로 하대정맥을 확인해 볼 수 있다(Fig 2B). 하대정맥의 직경은 우심실의

Table 1. Various critical conditions and their associated point-of-care ultrasound findings.

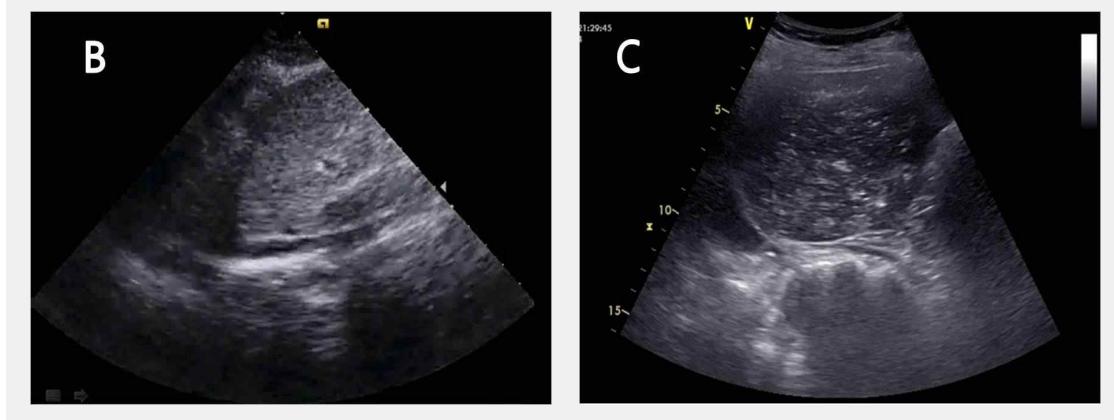
Condition	Point-of-care ultrasound findings
Severe hypovolemia	Small left ventricular end-diastolic and end-systolic area Left ventricle cavity obliteration ("kissing" papillary muscles)* Small, collapsible inferior vena cava
Tamponade	Pericardial effusion Chamber collapse Right atrium collapse in systole* Right ventricle collapse in diastole*
Pulmonary embolism	Variability in mitral ($> 25\%$) or tricuspid ($> 40\%$) inflow velocities* Clot in main pulmonary artery* Dilated right ventricle Impaired Right ventricular free-wall function, with or without intact apical function* Systolic septal flattening ("D-shape" sign) *
Tension pneumothorax	Lung sliding sign (-) Stratosphere sign (+) Lung point (+)*

* These findings are difficult to be seen during resuscitation.

압력과 연관이 있으며 혈액 감소와도 역시 높은 상관성을 보인다($r=0.83$)^{22,23} 물론 이와 같은 연구는 심정지 상태에서 시행된 것이 아니기 때문에 그 결과는 차이가 있을 수 있다. 또한 하대정맥의 직경을 측정할 경우 중심축이 어긋날 경우 부정확한 측정이 발생하기 때문에 주의가 필요하다. 그래서 어떤 저자들은 세로축 보다는 가로축 영상에서 측정하기를 권고 한다.¹² 마지막으로 이상의 혈액저하증의 소견들이 보일 경우 우리는 대동맥파열, 혈액복강 및 흉강 내 출혈등의 유무를 추가로 확인하여야 한다(Fig 2C). 결론적으로 심정지 상태에서 좌, 우심실의 용적이 감소되어 있고 하대정맥의 허탈(<5 mm)이 관찰되면 즉각적이고 공격적인 수액치료를 시행해야 한다.

Figure 2.

Point-of-care ultrasound image of a patient with hypovolemia as the cause of PEA. Notice the small size ventricles (compare with the centimeter scale) (A). Collapsed small inferior vena cava (B). Right upper quadrant oblique view of same patient. Hemothorax was identified as the cause of this patient's hypovolemia (C).



라. 심낭삼출과 심장눌림증

심장눌림증은 심낭내 압력이 증가하여 우측 심장으로의 혈액 충만에 장애가 발생하는 심장기능의 문제이다. 이와 같은 현상은 심낭삼출의 양 보다는 빠르게 증가하는 속도와 연관이 있다. 심정지 상태에서 전통적인 벡의 삼진후(Beck's triad)는 나타나지 않을 수 있으며 또한 진단하기도 어렵다. 또한 시끄러운 상황에서 청진을 통해 긴장형기흉과 감별하는 것도 쉽지 않다. 심장눌림증의 초음파 소견은 심낭삼출액 안에서 흔들리는 심장, 이완기에 우심방과 우심실의 허탈(collapse), 호흡에 따른 판막을 지나는 혈류의 변화이다(Table 1, Fig 3,4).^{20,24} 또한 호흡 주기와 상관없이 확대된 하대정맥(>2 mm)을

관찰할 수 있다. 물론 하대정맥의 확대는 올혈심장기능상실이나 폐동맥혈전에서도 관찰될 수 있다. 추가적으로 고려할 것은 심낭삼출과 흉막삼출의 구분이다. 이는 복장뼈주위장축단면도에서 하행대동맥을 기준으로 구분이 가능하다. 물론 이 중 일부 소견, 예를 들어 호흡에 따른 혈류변화는 심정지 환자에서 확인할 수 없다.

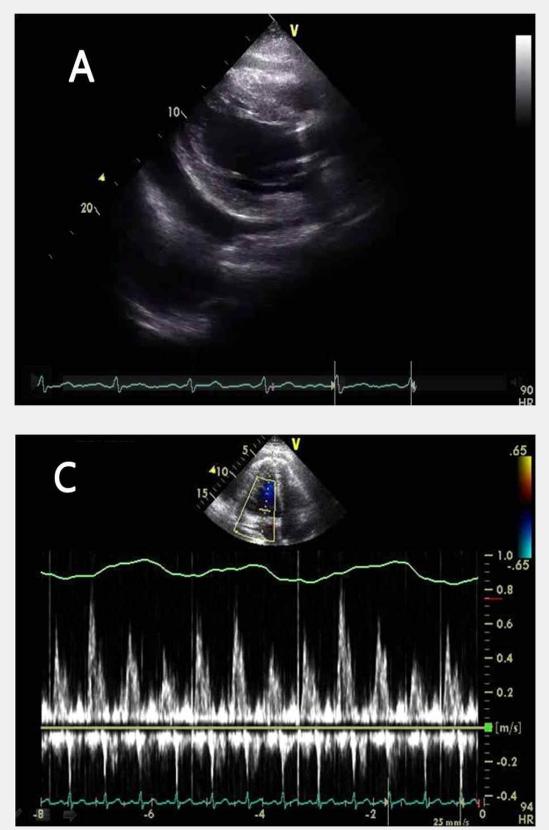
따라서 임상적인 판단이 중요하며, 심정지 상태에서 심낭삼출이 확인되면 즉각적인 배액을 고려해야 한다. 심장막천자는 매우 침습적인 치료로 이를 신체검사 만으로 결정하기는 어렵다. 따라서 현장진단 초음파를 통해 진단의 정확성을 올리는 것이 환자 치료에 반드시 필요하다. 심장막천자 또한 초음파 유도 하에 시행되어야 합병증의 위험을 줄일 수 있다.²⁵



Figure 3. Point-of-care ultrasound image of a patient with cardiac tamponade as a cause of PEA.

Figure 4.

Point-of-care ultrasound image of pericardial effusion with tamponade physiology. Large amount of pericardial effusion (A), Right atrial and ventricular collapse (B), Variation of transvalvular flows (vary with respiration) (C).



마. 폐색전증

심정지의 약 5%는 폐색전증에 의해서 발생한다.²⁶ 또한 폐색전증에 의한 심정지 환자는 혈전용해요법을 사용하였을 경우 더 높은 자가순환회복을 보인다. 하지만 의사들은 혈전용해요법을 시행할 때 출혈 등의 합병증에 대한 두려움이 있다. 따라서 진단의 확실성이 있어야 이 치료를 고려할 수 있다. 현장진단 초음파는 이와 같은 진단의 확실성을 올려줄 수 있는 도구이다. 폐색전증의 초음파 소견은 심각한 좌측 심실 또는 판막질환이 없거나 폐질환이 없는 경우에서 우심실의 확대와 납작해진 좌심실이 관찰되는 것이다(Table 1, Fig 5).^{27,28} 또한 우심실의 운동감소 또는 기능저하, 역설적 중격 움직임(D-sign) 및 우측 심장 또는 폐동맥 안의 혈전 등이 관찰될 수 있다.²⁹ 물론 우심실의 기능 저하나 직접적인 혈전의 확인은 심정지 환자에서는 어렵다. 그리고 우리가 추가적으로 고민할 것은 폐색전증에 대한 초음파

검사의 정확성이다. 기존의 연구에서 초음파에 의한 폐색전증의 진단은 특이도는 높지만 민감도가 낮은 것으로 알려져 있다.^{30,31} 이는 폐동맥의 30% 이상이 급격하게 막힐 때 초음파의 이상 소견이 나타나기 때문이다.³¹ 따라서 모든 폐색전증을 감별하기는 어렵다 하더라도 심정지를 유발할 수 있을 정도의 중증 폐색전증은 현장진단 초음파로 진단이 가능할 것이다.

바. 긴장형기흉

긴장형기흉은 임상적으로 심장눌림증과 유사하다. 특히 심폐소생술을 시행하는 시끄럽고 혼란스러운 상황에서 이를 청진으로 감별하는 것은 쉽지 않다. 우리는 현장진단 초음파를 이용해서 이를 감별할 수 있다. 기흉이 발생하면 벽쪽 흉막과 허파쪽 흉막의 서로 미끄러지는 듯한 움직임(lung sliding)을 관찰할 수 없다. 또한 이때 M-방식(m-mode)을 이용하면 성층권 징후(stratosphere sign)를 확인할

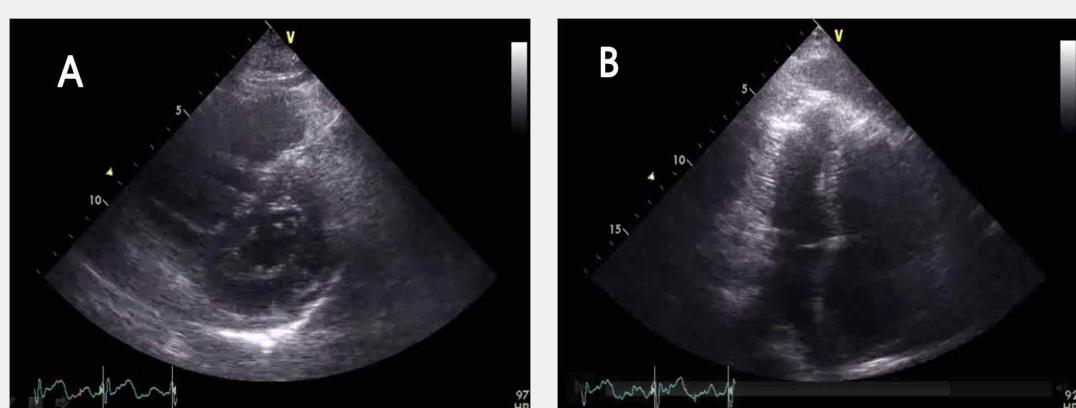


Figure 5. Point-of-care ultrasound image in acute right heart failure due to pulmonary embolism. Parasternal short axis view. The left ventricle (LV) is compressed by the right ventricle (RV) (D-shape LV). This is due to acute pressure overload and dilatation of the RV (A). Apical four-chamber view. Notice the massive enlargement of both right chambers when compared to the left side of the heart. Note that LV is in fact orientated to the left side of the screen in this view (B).

수 있다(Fig 6).³² 물론 기흉을 확진하기 위하여 는 두 흉막 사이의 움직임이 있다가 사라지는 점(lung point)을 확인하여야 하지만,³² 이를 심정지 상태에서 확인하기는 어렵다. 또한 현장진단 초음파만으로 단순기흉과 긴장형기흉을 감별하기는 어려우며, 이는 임상적인 판단에 의해 가능하다. 우리는 환자의 병력 등과 초음파 소견을 토대로 이를 진단해야 하며 긴장형기흉이 심정지의 원인이라고 판단되면 바늘 가슴관삽입을 시행하여야 한다.

3. 교육 및 수련

초음파는 시술자의 능력에 따라 그 정확도가 결정되는 검사이다. 기존의 연구에 따르면 6시간의 집중적인 심장초음파 교육 코스를 통해 응급의학과 전공의들이 목표 지향적인(goal-directed) 심장초음파를 수행하고 분석할 수 있다고 하였다.⁵ 또한 심장내과 의사가 아닌 응급의학 의사나 중환자의학 의사들이 8시간의 기본 초음파 수련을 통해 심정지 환자에게 초

음파를 시행할 수 있다고 하였다.¹² 물론 아직까지 초음파 수행의 질 관리를 위해서 얼마만큼의 경험이 필요한지는 명확하지 않다. 하지만 저자의 경험에 따르면 전공의 수련과정 동안 8시간의 기본 초음파 교육과 추가적인 현장 경험을 쌓는다면 심정지 환자에 대한 초음파 시행은 어렵고 도달하기 어려운 술기는 아니라고 생각된다.

4. 현장진단 초음파를 포함한 전문심장소생술 알고리듬

2015년 가이드라인에서는 아직까지 그 효과가 명확하지는 않지만 심정지 환자를 평가하는데 초음파의 적용을 고려해 볼 수 있다고 제시하고 있다.⁴ 단, 자격이 있는 시행자가 있고 초음파 검사가 통상적인 심폐소생술을 방해하지 않는 경우로 제한하고 있다. 하지만 앞에서 언급한 것과 같이 무수축이나 무맥성 전기활동의 경우 교정 가능한 원인을 빠르게 배제하는 것이 중요하다. 하지만 단순한 병력

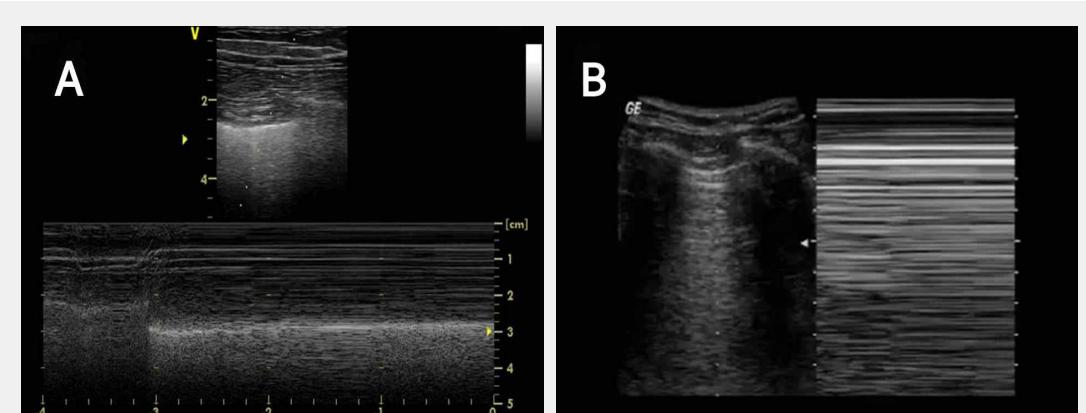


Figure 6. Use of M-mode in lung ultrasound. A wave-like pattern located above the pleural line and a sand-like pattern below (seashore sign). If we detect this finding, we can rule out the pneumothorax (A). Below the pleural line, the normal granular pattern is replaced by horizontal lines (stratosphere sign) (B).

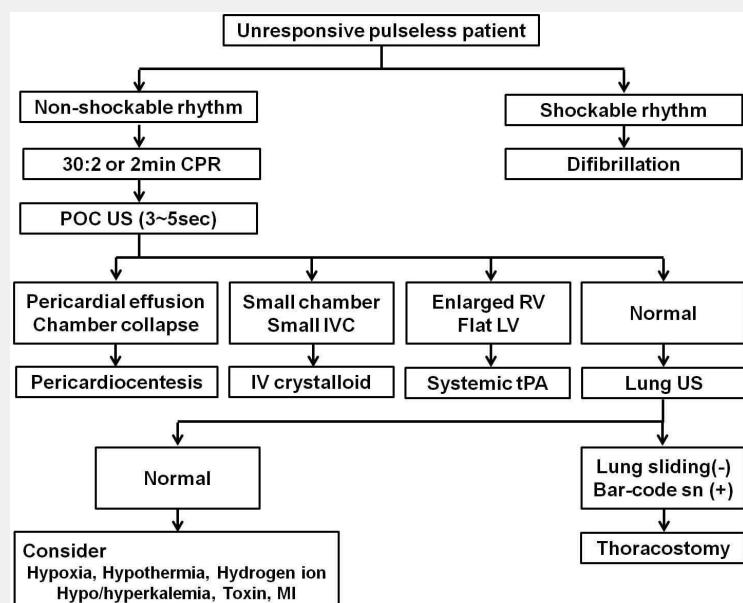
청취나 신체검사 만으로는 자신감을 가지고 확실하게 의사결정을 하기 어렵다. 이 때 이와 같은 의사결정에 도움을 줄 수 있는 것이 현장진단 초음파이다. 이는 환자 침상 곁에서 간단하게 시행할 수 있는 검사이다. 우리는 우선적으로 갈비밑4방 도를 통해 혈량저하증, 심장눌림증 및 폐색전증을 감별할 수 있다. 만약 이 영상에서 이상 소견이 발견되면 정확한 진단을 위해 추가적으로 하대정맥이나 복부대동맥을 확인할 수 있다. 심장초음파에서 심정지의 원인이 명확하지 않으면 추가적으로 폐초음파를 통해 긴장형기흉을 배제할 수 있다. 만약 현장진단 초음파에서 이상이 없으면 다른 원인, 즉 급성심근경색, 전해질 이상 또는 중독에 의한 심정지를 고려해 보아야 한다(Fig. 7). 다시 한번 강조하지만 심폐소생술 중 현장진단

초음파는 짧은 시간 내에 시행되어야 한다. 이와 같은 시간적 압박 속에서 심장의 움직임을 평가하고 이상소견을 눈(eye-ball)으로만 판단하는 것은 우리들에게 매우 큰 도전이며 많은 교육과 경험이 필요한 술기이다.

결론

현장진단 초음파는 심폐소생술을 방해하지 않으면서 침상 곁에서 실시간으로 환자를 평가할 수 있는 유일한 영상 검사이다. 우리는 짧은 시간 내에 심장 움직임의 유무를 평가하여 자가순환회복 등의 초기 예후를 예측하는데 도움을 얻을 수 있다. 또한 심정지의 교정 가능한 원인을 파악하여 추가적인 치료에 대한 확신을 얻을 수 있다.

Figure 7. Flow diagram demonstrating use of advanced life support-compliant point-of-care ultrasound algorithm.



CPR: cardiopulmonary resuscitation, POC US: point-of-care ultrasound, IVC: inferior vena cava, RV: right ventricle, LV: left ventricle, IV: intravenous, tPA: tissue plasminogen activator, MI: myocardial infarction.

ACKNOWLEDGMENTS

I thank Young Soon Cho, Department of Emergency Medicine, Soonchunhyang University, for providing Figure 1 and 3.

REFERENCES

1. Benjamin EJ, Blaha MJ, Chiuve SE, Cushman M, Das SR, Deo R, et al. Heart Disease and Stroke Statistics—2017 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation* 2017;135:e146–e603.
2. Recent trends in survival from out-of-hospital cardiac arrest in the United States. Chan PS, McNally B, Tang F, Kellermann A; CARES Surveillance Group. *Circulation* 2014;130: 1876–82.
3. Parish DC, Dinesh Chandra KM, Dane FC. Success changes the problem: why ventricular fibrillation is declining, why pulseless electrical activity is emerging, and what to do about it. *Resuscitation* 2003;58:31–5.
4. Link MS, Berkow LC, Kudenchuk PJ, Halperin HR, Hess EP, Moitra VK, et al. Part 7: Adult Advanced Cardiovascular Life Support: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2015;132:S444–64.
5. Jones AE, Tayal VS, Kline JA. Focused training of emergency medicine residents in goal-directed echocardiography: A prospective study. *Acad Emerg Med* 2003;10:1054–58.
6. Jensen MB, Sloth E, Larsen KM, Schmidt MB. Transthoracic echocardiography for cardio-pulmonary monitoring in intensive care. *Eur J Anaesthesiol* 2004;21:700–7.
7. Narasimhan M, Koenig SJ, Mayo PH. Advanced echocardiography for the critical care physician: part 1. *Chest* 2014;145:129–34.
8. Levitt MA, Jan BA. The effect of real time 2D-echocardiography on medical decision-making in the emergency department. *J Emerg Med* 2002;22:229–33.
9. Werner JA, Greene HL, Janko CL, Cobb LA. Visualization of cardiac valve motion in man during external chest compression using two-dimensional echocardiography. Implications regarding the mechanism of blood flow. *Circulation* 1981;63:1417–21.
10. Hayhurst C, Lebus C, Atkinson PR, Kendall R, Madan R, Talbot J, et al. An evaluation of echo in life support (ELS): is it feasible? What does it add? *Emerg Med J* 2011;28:119–21.
11. Hernandez C, Shuler K, Hannan H, Sonyika C, Likourezos A, Marshall J. C.A.U.S.E.: Cardiac arrest ultra-sound exam—a better approach to managing patients in primary non-arrhythmogenic cardiac arrest. *Resuscitation* 2008;76:198–206.
12. Breitkreutz R, Walcher F, Seeger FH. Focused echocardiographic evaluation in resuscitation management: concept of an advanced life support-conformed algorithm. *Crit Care Med* 2007;35:S150–61.
13. Kleinman ME, Brennan EE, Goldberger ZD, Swor RA, Terry M, Bobrow BJ, et al. Part 5: Adult Basic Life Support and Cardiopulmonary Resuscitation Quality: 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2015;132: S414–35.
14. Halperin HR, Weiss JL, Guerci AD, Chandra N, Tsitlik JE, Brower R, et al. Cyclic elevation of intrathoracic pressure can close the mitral valve during cardiac arrest in dogs. *Circulation* 1988; 78:754–60.
15. Varriale P, Maldonado JM. Echocardiographic observations during in hospital cardio-pulmonary resuscitation. *Crit Care Med* 1997; 25:1717–20.
16. Bocka JJ, Overton DT, Hauser A: Electromechanical dissociation in human beings: An echocardiographic evaluation. *Ann Emerg Med* 1988;17:450–2.
17. Gaspari R, Weekes A, Adhikari S, Noble VE, Nomura JT, Theodoro D, et al. Emergency department point-of-care ultrasound in out-of-hospital and in-ED cardiac arrest. *Resuscitation* 2016;109:33–9.
18. Tsou PY, Kurbedin J, Chen YS, Chou EH, Lee MG, Lee MC, et al. Accuracy of point-of-care focused echocardiography in predicting outcome of resuscitation in cardiac arrest patients: A systematic review and meta-

analysis. *Resuscitation* 2017;114:92–99.

19. Hendrickson RG, Dean AJ, Costantino TG. A novel use of ultrasound in pulseless electrical activity: the diagnosis of an acute abdominal aortic aneurysm rupture. *J Emerg Med* 2001; 21:141–4.
20. Niendorff DF, Rassias AJ, Palac R, Beach ML, Costa S, Greenberg M. Rapid cardiac ultrasound of inpatients suffering PEA arrest preformed by nonexpert sonographers. *Resuscitation* 2005;67:81–7.
21. Brown JM: Echocardiography for hemodynamic monitoring. *Crit Care Med* 2002; 30:1361–4.
22. Kircher B, Himelman R, Schiller N. Noninvasive estimation of right atrial pressure from the inspiratory collapse of the IVC. *Am J Cardiol* 1990;66:493–6.
23. Lyon M, Blaivas M, Brannam L. Sonographic measurement of the inferior vena cava as a marker of blood loss. *Am J Emerg Med* 2005; 23:45–50.
24. Tayal VS, Kline JA. Emergency echocardiography to detect pericardial effusion in patients in PEA and near-PEA states. *Resuscitation* 2003;59:315–8.
25. Kabukcu M, Demircioglu F, Yanik E, Basarici I, Ersel F. Pericardial tamponade and large pericardial effusions: causal factors and efficacy of percutaneous catheter drainage in 50 patients. *Tex Heart Inst J* 2004;31: 398–403.
26. Kürkciyan I, Meron G, Sterz F, Janata K, Domanovits H, Holzer M, et al. Pulmonary embolism as a cause of cardiac arrest. *Arch Inter Med* 2000;160:1529–35.
27. MacCarthy P, Worrall A, McCarthy G, Davies J. The use of transthoracic echocardiogram to guide thrombolytic therapy during cardiac arrest due to massive pulmonary embolism. *Emerg Med J* 2002;19:178–9.
28. Torbicki A, Perrier A, Konstantinides S, Agnelli G, Galie N, Pruszczyk P, et al. Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism: the Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2008;29:2276–315.
29. Vieillard-Baron A, Page B, Augarde R, Prin S, Qanadli S, Beauchet A, et al. Acute cor pulmonale in massive pulmonary embolism: Incidence, echocardiographic pattern, clinical implications and recovery rate. *Intensive Care Med* 2001;27:1481–6.
30. Jackson RE, Rudoni RR, Hauser AM, Pacaul RG, Hussey ME. Prospective evaluation of two-dimesional transthoracic echocardiography in emergency department patients with suspected pulmonary embolism. *Acad Emerg Med* 2000;7:994–8.
31. Torbicki A, Pruszczyk P. The role of echocardiography in suspected and established PE. *Semin Vasc Med* 2001;1:165–74.
32. Lichtenstein DA, Meziere G, Lascols N, Biderman P, Courret JP, Gepner A, et al. Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. *Crit Care Med*. 2005;33:1231–8.

호흡곤란과 흉통을 호소하는 응급실 환자의 흉부영상

Thoracic imagings in emergency room patients
with acute dyspnea or chest pain

김동훈 / 조선대학교 의과대학 영상의학과

Dong Hun Kim / Department of Radiology, Chosun University, College of Medicine

Abstract

Chest radiography and CT have important roles in large parts of diagnosing diseases and planning treatment strategy. Although various imaging technologies have developed, plain chest radiography and CT are keeping primary imaging practice field under emergent circumstance. Many clinicians meet often two problems in reading plain chest radiographies and CT scans. Perception and interpretation are their challenges. For overcoming, clinicians should have interests in learning imaging anatomy of chest and differential imaging points in various diseases. In emergent room, plain chest radiographies are taken first in non-traumatic patients with dyspnea or chest pain. Clinicians want to make a specific and accurate diagnosis but more imaging modalities such as CT, MRI, US, and interventional guided imaging may be used. Especially, chest CT scan should be done in most cases. Plain chest radiography help clinicians to understand basic imaging patterns of chest diseases and decide to take CT which is a strong power on diagnostic chest imaging.

Keywords

Chest, Chest pain, Computed tomography, Dyspnea, Plain X-ray, Radiograph, Radiology.

Corresponding author

Dong Hun Kim

Department of Radiology, Chosun University Hospital

365 pilmun-daero, dong-gu, gwangju 501-717, Republic of Korea.

Tel: 062-220-3543

Fax: 062-228-9061

E-mail: dhk0827@chosun.ac.kr

서론

일반흉부영상과 흉부 CT는 의학영상 분야에서 가장 오랜 기간 동안 진단과 치료방법을 결정하는데 중요한 역할을 해왔다. 최근 다양한 영상기법과 기술적 발전으로 그 사용에 대한 임상학적 이용에 대해 다양한 의견이 제시되고 있지만 일반 흉부영상은 여전히 일차적으로 시행되는 영상학적 중요 진단법이고 흉부 CT는 호흡곤란이나 흉통에 대한 영상학적 최종 진단법이라 할 수 있다.^{1,2} 이는 응급실에 호흡곤란이나 흉통을 주소로 내원하는 비외상 환자에서 응급질환의 감별과 이후 치치법에 절대적인 도움을 제공하는 유용한 조기 진단 방법이다.^{3,4} 따라서, 응급실에서 상기 증상의 환자를 제일 먼저 만나게 되는 응급의학과 의사들에게 일반흉부 영상과 흉부 CT를 아는 것은 매우 중요하다. 일반적으로 일반흉부영상과 흉부 CT를 잘 읽고 명확한 진단을 하는데 있어서 크게 두 가지의 어려움을 경험하게 되는데 한 가지는 사진상의 이상 유무를 감지하는 것과 다른 한 가지는 정확하게 병변을 해석하는 것이다.⁵ 이들 어려움을 극복하기 위해서는 흉부영상해부학의 이해와 흉부질환의 영상학적 감별점을 숙지하는 것이 필요한데 저자는 다음에 이에 대하여 영상학적 관점에서 기술하고 일반 흉부영상과 함께 CT영상을 함께 제시하여 이해를 돋고자 한다.

I. 흉부영상을 읽기 위한 기본(Bases for reading chest images)

1. 기본 원리들(Basic principles)

일반흉부영상과 흉부 CT촬영은 기본적인 영상물리학이 같은데 X-선을 사용한

다는 점이다. 일반흉부영상은 한 방향의 투과 영상정보를 이용하여 2차원적으로 평면에 영상을 구성하는 것이고, CT는 360° 전 방향에서 영상정보를 얻어서 다양한 평면상에 (multiplanar) 영상을 만들어내거나 3차원적인(three dimensional 또는 volume rendering) 영상을 만들어낸다. X-선에서 음영의 흑백 차이는 X-선 투과 정도에 따른 것으로 충분한 X-선을 투사한 후 얻은 영상을 진단에 사용하여야 한다. 석회화의 정도는 골격계의 음영과 비교하여 판단하는 것이 도움이 된다. 음영의 경계는 서로 다른 방사선 투과 음영을 갖는 두 구조물 사이에서 발생하는 실루엣 징후(silhouette sign)로 불분명하게 보일 수 있다. 심장과 대동맥, 횡격막 등에서 이용되며 주변에 정상적인 공기음 영(정상 폐조직) 존재 여부에 따라 달라지는데 불분명한 음영에서 낮은 음영의 병변을 발견하는데 사용된다.^{6,7} 폐문중첩 징후 (hilum overlay sign) 역시 폐문부 혈관과 종괴를 구분할 때 사용한다. 일반 흉부영상에서 확인할 수 있는 최소한의 결절크기는 3mm이며 경계와 위치에 영향을 받는다.⁸

2. 흉부영상의 분석(Analysis of chest X-ray)과 2차 폐소엽(2ndary pulmonary lobule)

체계적인 판독을 시도하는 것이 좋는데 먼저 기관은 중심부에 위치하고 대동맥에 의해 우측으로 밀려 보일 수 있다. 기관분기부(carina)는 60-75°로 벌어져 있고 충분한 흡기시 좀더 분기부 각도가 넓어진다. 심장은 심흉곽비 0.45-0.5일 때 정상범위이며 추적 검사로 이전 검사와의 비교가 중요하다.⁹ 우심방 확장은 우측 횡격막 내측 1/3을 넘어설 때 확장으로 볼 수 있으며 좌심방 비대 또는 확장은 정상

우심방 외연과 겹쳐서 이중외연(double contour), 기관 분기부 각도(carina angle)의 확장을 보인다. 종격동 확장은 후전 영상에서 8 cm 이상으로 정의하고 있다.¹⁰ 횡격막은 얇은 근육건 구조물로 고식적 X-선 영상에서는 보통 보이지 않으나 결손에 의한 복강 내 구조물의 이동으로 외연의 이상이 있거나 흉곽 내 상승이 있을 때 주의해서 관찰하여야 한다. 폐실질의 이상여부는 음영의 증가 또는 감소를 주의깊게 살펴야 한다. 폐포성 병변은 음영증가의 간유리음영(ground glass opacity) 또는 경화로 보이는 반면, 간질성 병변은 망상(reticular), 소결절성

(nodular), 망상결절(reticulonodular)형태로 보인다. 병변을 놓치기 쉬운 부위인 폐첨부, 종격동, 폐문부, 골격계를 주의해서 살펴야 한다. 흉부 CT를 잘 읽기 위해서는 기본 흉부 해부학을 이해하는 기본적인 것 외에도 폐 내 기능적 최소단위인 2차폐소엽 이해가 필요하다. 다각형의 구조이며 하나의 세기관지(bronchiole)에서 갈라지는 가지들과 폐포(alveolus)로 이루어져 있으며 크기는 0.5-2 cm 정도이다. 중심부가 세기관지와 동맥, 림프관으로 구성되고 주변부에 정맥과 림프관으로 구성되어 병변 호발부위에 따라 다른 형태의 영상소견을 보이게 된다(Fig. 1).

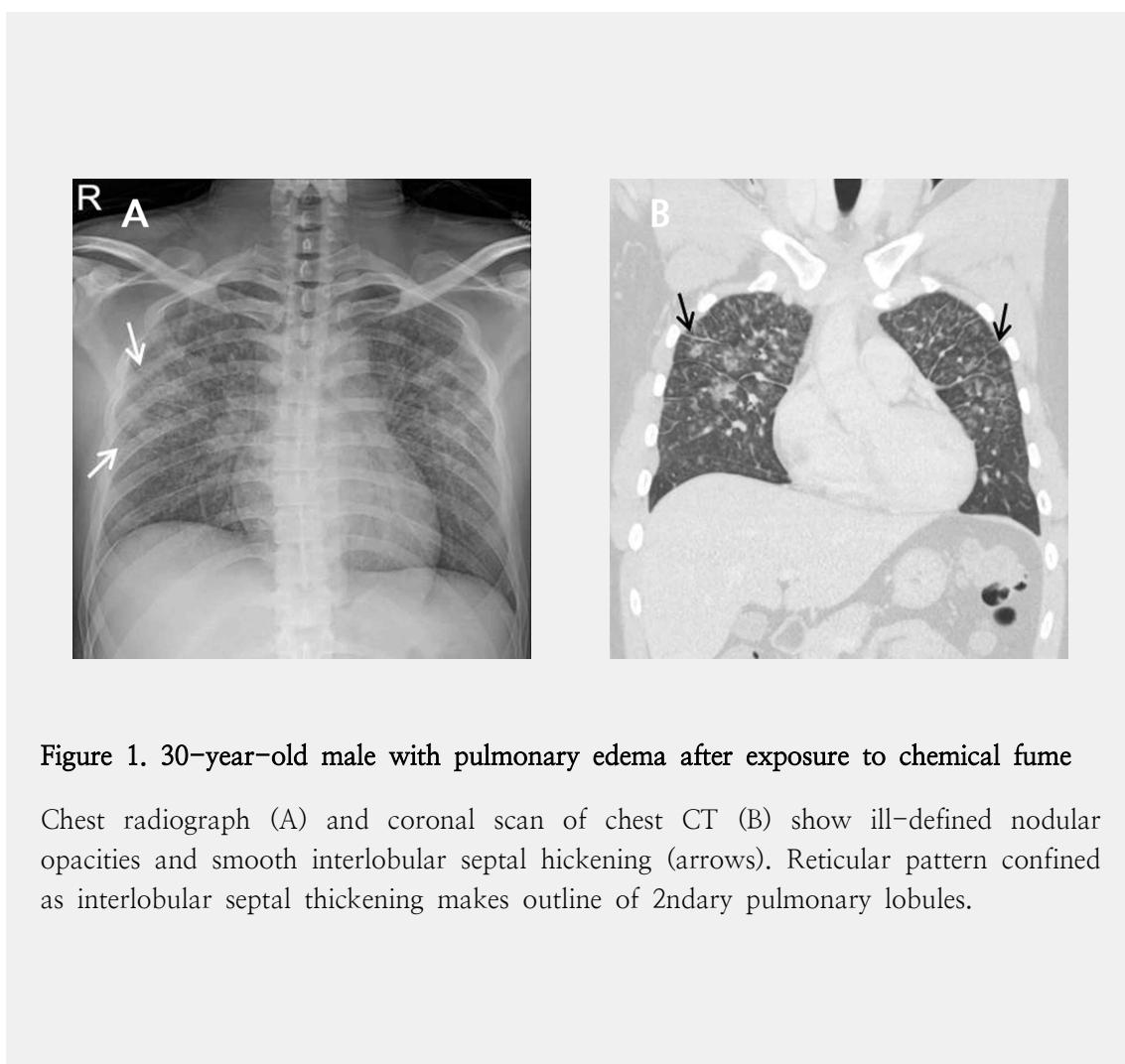


Figure 1. 30-year-old male with pulmonary edema after exposure to chemical fume

Chest radiograph (A) and coronal scan of chest CT (B) show ill-defined nodular opacities and smooth interlobular septal thickening (arrows). Reticular pattern confined as interlobular septal thickening makes outline of 2ndary pulmonary lobules.

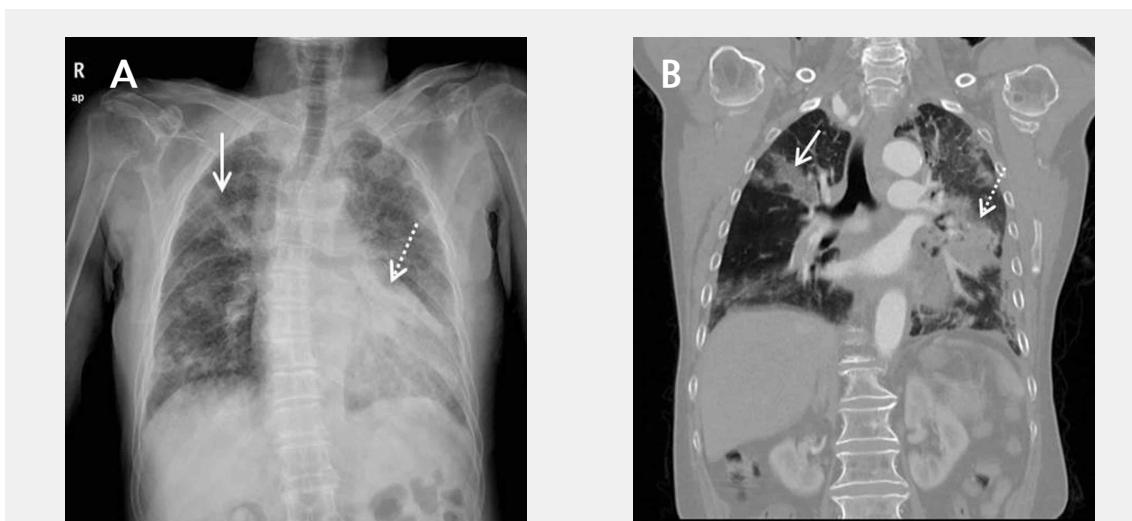


Figure 2. 89-year-old female with dyspnea

Plain chest radiograph (A) and coronal scan of chest CT (B) show pneumonic infiltration and atelectasis presenting different attenuations. Ground glass opacity (GGO) that is increased hazy opacity without obscured underlying vessels (arrow) and consolidation with obscured vessels (dashed arrow) are seen in both lungs.

3. 일반흉부영상으로 보는 해부학적 변화와 용어(Anatomical change and terminology)

일반흉부영상에서 음영으로 판단되는 심비대는 실제로 각 심실 및 심방의 비대 또는 확장, 심낭삼출액, 또는 심장 축의 이상으로 발생한다. 좌심실 확장 또는 비대는 심첨부가 좌측 하방으로 이동하는 형태로 보이고 횡격막 위에 넓게 심장이 얹혀진 형태를 보인다. 반면, 우심실 확장 또는 비대는 우심실이 심장음영을 이루는 심장중앙에 위치하여 직접적인 음영은 보이지 않지만 심실 중격을 밀면서 좌심실 첨부를 들어올리는 형태를 보인다. 우심방 및 좌심방 확장의 형태는 앞서 언급된 바와 같다. 폐혈관의 율혈과 부종의 초기 소견은 폐혈관 직경의 증대와 숫자의 증가로 상폐야에 많은 굽은 폐혈관이 보이는 (cephalic redistribution) 특이소견을 시작으로 폐혈관 경계가 불분명하게 보이

거나 주변 늑막하 폐야에 굽어진 소폐포 간 중격(굽어진 림프배액 경로, Kerly line)과 기관지벽을 둘러싼 비후(cuff sign), 경계가 불분명한 폐혈관 주위 간유리음영, 흉수를 보이는 등 다양한 진행성 폐부종 형태를 보인다.^{2,5} 폐야에 보이는 결절은 3 cm 이상의 크기를 보이면 종괴, 종양으로 언급하고 이하는 결절이라고 하며 결절도 미세결절, 거대결절, 속립성 결절 등 다양한 정의에 따른 분류를 한다. 음영의 분류는 기저부 폐야의 혈관음영이 감춰질 정도의 높은 음영을 보이면 경화성 병변이라 하고 폐야의 혈관 음영이 구분되면 간유리음영 (ground glass opacity)이라고 한다. 선상(linear)의 음영과 선상 음영이 복잡하게 겹쳐보이는 망상 (reticular) 영상은 주로 폐실질의 섬유화로 인해 발생한다(Fig. 2). 자세한 것은 실질 증례들을 통해 다음에 기술한 내용들과 설명을 참고하도록 한다.

II. 호흡부전 또는 흉통 질환의 일반흉부 영상(Chest diseases)

1. 폐실질 음영의 변화(Pulmonary opacities)

폐실질 음영의 변화에 의한 영상학적 분류법은 다양하다. 대부분의 질환에서 볼 수 있는 음영증가 병변과 기흉(pneumothorax), 피하기종(subcutaneous emphysema), 폐기종(emphysema), 천식(asthma), 근육 또는 유방 절제에 의한 음영감소 병변으로 나눌 수 있고, 음영 변화의 범위에 따라 광범위(diffuse), 다발성(multifocal), 단독(solitary) 병변 등으로 나눌 수 있다. 먼저, 음영증가의 대표적 질환으로 호흡부전 및 발열 형태를 보이는 폐허탈에 대한 영상학적 이해가 필요하다. 대표적 영상 소견은 음영의 증가, 폐혈관들의 결집, 폐간열(fissure)의 이동, 횡격막의 상승, 폐문부 이동, 보상적 정상 폐의 과팽창, 종격동 이동, 심윤곽 소실 등 다양한데,^{11,12,13} 왼쪽 상엽 폐허탈은 폐문부 경계가 불분명해지면서 대동맥궁 주변의 음영감소(Luftsichel sign), 측면흉부 사진에서 주폐간열(major fissure)이 앞으로 밀려 있고 앞 부분 음영이 증가되어 있다. 왼쪽 하엽의 허탈은 삼각형 모양의 심장 후방 음영 증가가 특징이다. 우측 심장연(cardiac margin) 음영을 불분명하게 만드는 오른쪽 중엽 허탈은 잘 알려진 영상학적 변화이다.

광범위 또는 미만성(diffuse) 폐음영 증가 병변은 폐포성 질환에서 흔히 보인다. 폐부종(pulmonary edema), 기관지폐렴(bronchopneumonia), 급성호흡부전증후군(ARDS), 폐출혈(hemorrhage)에서 볼 수 있는 소견으로 공기-기관지음영(air bronchogram), 공기-폐포음영(air alveo-

logram) 등이 동반될 수 있고 심인성(cardiogenic) 폐부종의 경우 심장확대(cardiomegaly)와 늑막흉수도 동반되는데, 폐혈관이 굽어지고 소량이 흉수가 보이는 폐출혈 상태부터, 폐 주변부 2차폐소엽 격막비후(Kerley line)를 보이는 간질성 폐부종, 폐 중심부에 나비날개모양을 보이는 폐포성 부종까지 다양한 형태를 보인다(Fig. 1).² ARDS의 경우 약물반응, 폐혈증, 쇼크, 화상, 독사에 물리는 것과 같은 심각한 병변 후 급성 폐부종과 함께 비교적 정상 심장크기, 폐음영에 변화에 비해 상대적으로 적은 흉수 동반 등을 특징으로 한다.¹³ 폐출혈은 폐 중심성으로 양측에 주로 나타나며 객혈은 동반되지 않을 수 있다. 조금 다른 형태로 호흡곤란을 유발하는 광범위 미세결절 음영증가 병변이 보일 수 있는데 대표적인 질환들은 속립성결핵(military tuberculosis), 사르코이드 병변(sarcoidosis), 진폐증(pneumoconiosis), 전이결절 등이 포함되는데 이들은 미세 간질성 결절 형태로 보이므로 주의하지 않으면 정상 영상으로 판독될 수 있다. 다발성(multifocal) 폐음영 증가는 폐렴, 결핵, 사르코이드 병변, 웨제너 육아종병변(Wegener's granulomatosis), 악성 종양, 폐혈증 색전(septic emboli) 등에서 보일 수 있는데 이들은 경계가 불분명한 결절 형태를 보일 수 있고 공동형태를 나타내기도 한다(Fig. 3A).¹⁴ 일반흉부촬영에서 보이는 단독 병변 형태의 질환은 폐암, 전이결절, 결핵, 진균감염 또는 과오종(hamartoma)이 있는데 호흡부전이나 흉통 등의 임상 소견은 드물다. 덧붙여 호흡곤란을 주소로 응급실을 내원하는 많은 환자에서 볼 수 있는 음영증가의 또 다른 특징은 망상(reticular) 또는 망상결절(reticulonodular) 음영증가를 보이는 경우이다. 망상 형태를 보이는 대표적 질환은 폐부종, 간

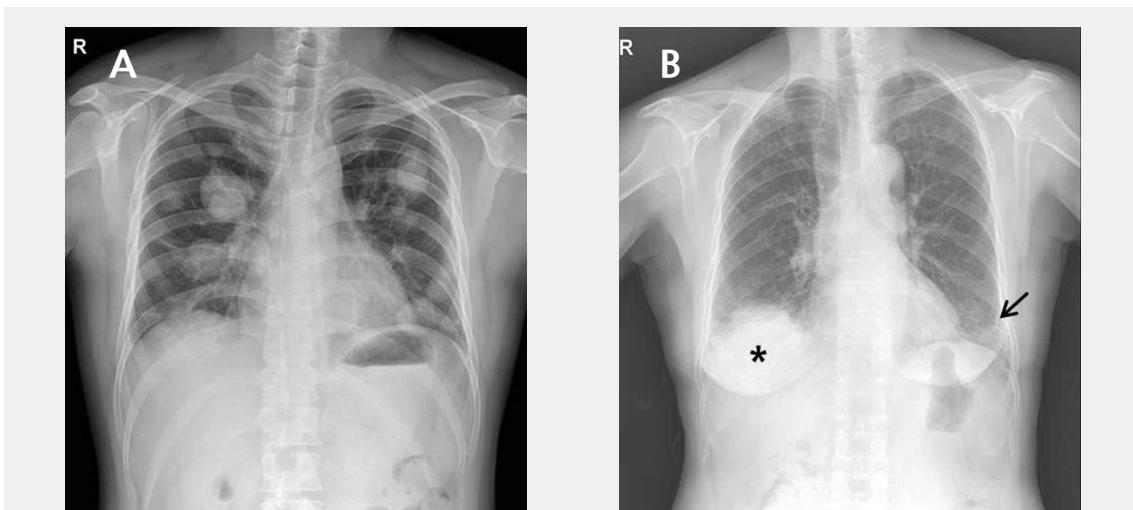


Figure 3. Changes of pulmonary opacity

A. In 31-year-old male with testicular malignancy, chest radiograph shows multiple various sized nodules in both lungs (metastasis). Density with obscured underlying vessels in nodules is known as consolidation.

B. Chest radiograph in 62-year-old female with dyspnea shows reticular opacity in left lower lung (arrow). Idiopathic pulmonary fibrosis and lung cancer (asterisk) were confirmed.

질성 폐렴, 림프성 전이, 콜라겐 혈관성병변, 특발성 폐섬유증(idiopathic pulmonary fibrosis, IPF)이 있고 폐 주변부나 중심에 선상의 음영을 특징으로 한다. 망상결절성 음영을 보이는 대표적 질환인 특발성 폐섬유증은 별집모양 폐(honeycomb lung)로 불리는 특징을 보인다(Fig. 3B). 낭성기관지확장증과 유사한 모양을 보이기도 하지만 주로 하폐 주변부에서 병변이 보이는 감별점이 있다.¹⁵

폐음영감소와 함께 호흡곤란을 일으키는 대표적 질환은 미만성 형태의 기흉, 폐기종, 천식 등이 있으며 단독 병변 형태의 저음영 결절은 농흉, 낭성폐암, 낭성전이암, 결핵 등에서 보인다. 다발성 낭성 병변은 앞서 언급된 원인들 외에도 낭성기관지 확장증 등에서 보인다. 다발성 낭종은 주로 폐 감염 후에 폐 실질의 괴사

종격동은 전후(AP) 흉부촬영이나 흉추의 전방 측면의 경우에 확장되어 보이기 때문에 응급상황에서 종격동 확장 질환의 감별시 각별한 주의가 필요하다.¹⁶ 고령의 환자에서는 대동맥의 굴곡이나 대혈관이 커져 있어서 급성 종격동 질환에 의한 확장과 구별이 필요하다. 이런 경우 CT촬영을 권고하는 것이 좋다. 종격동 확장을 보이는 흔한 질환은 혈종, 대동맥굴곡, 전이성병변, 림프종, 감염증 등이 있는데 이들 병변에 의한 기관지 압박으로 호흡곤란이 발생할 수 있다(Fig. 4A). 혈종은 직접적인 외상 외에도 중심정맥 삽관 등에 따른 합병증으로 발생하기도 하고 대동맥 굴곡 및 확장은 퇴행성 대동맥경화증 또는 대동맥 바리 및 대동맥벽 혈종에 의해서도 확장될 수 있어 응급 CT촬영이 필요하다. 종격동 종양은 림프절이 커지고 뭉쳐진 형태로 나타나고 종격동 염증은

박테리아성 또는 육아종성 감염, 식도 파열, 경부의 농양 확장 등으로 발생할 수 있다.^{17,18,19} 드물게 종격동의 지방종이 종격동 확장을 나타내기도 한다. 호흡곤란과 함께 종격동이 한쪽 흉곽 내로 이동하는 종격동 이동은 폐허탈, 흉수, 기흉, 거대 폐종양 등 심한 흉곽 내 압력의 불균형으로 발생한다(Fig. 4B). 드물게는 부분적인 심막결손으로 상부 종격동은 정상 위치에 있고 심장이 이동하여 종격동 이동과 유사한 형태를 보이기도 한다.

호흡곤란과 함께 폐문부가 커져 보이는 일반흉부영상도 임상의들에게는 감별에 어려움을 가져온다. 폐동맥고혈압, 폐암, 전이성 림프절 및 림프종등에 의한 경우가 많은데 CT촬영을 통한 감별을 시도하여야 한다. 폐동맥 확장은 폐질환이나 심장 질환 모두가 근본원인이 될 수 있다.

편측 폐문부 확장은 폐암, 전이, 림프종, 감염증에서 보이고 양측성 폐문부 확장은 사르코이드증, 전이성 림프절에서 자주 보이지만 구분은 불가능하다.²⁰ 많은 종격동 질환이 전방 종격동, 중간 종격동, 후방 종격동에서 발생하는데 각 종격동에 속하는 구조물들에서 기인하며 전방 종격동 호발 질환은 림프종, 흉선종, 생식선종양, 갑상선종양, 전이암이 있고, 성인에서는 갑상선 질환, 아동에서는 낭성 림프관종(cystic hygroma)이 많다. 중간 종격동에서는 전이암, 림프종, 동맥류 등이 주로 발생하고 후방 종격동에서는 신경계 종양, 전이암, 혈종이나 척수주위 농양 등이 발생한다.

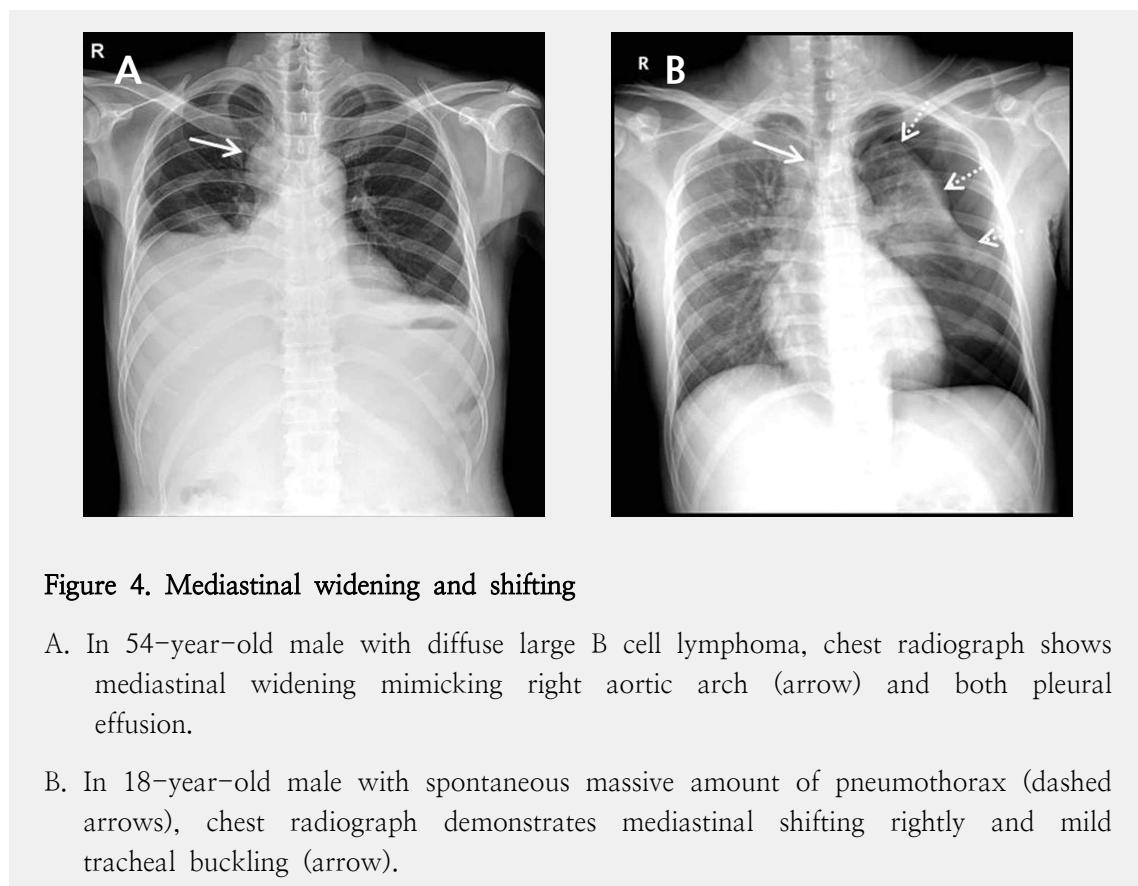


Figure 4. Mediastinal widening and shifting

- A. In 54-year-old male with diffuse large B cell lymphoma, chest radiograph shows mediastinal widening mimicking right aortic arch (arrow) and both pleural effusion.
- B. In 18-year-old male with spontaneous massive amount of pneumothorax (dashed arrows), chest radiograph demonstrates mediastinal shifting right and mild tracheal buckling (arrow).

3. 늑막 및 흉벽 질환(Pleura and chest wall lesions)

늑막 음영 증가 병변은 흉벽(chest wall) 또는 늑막하(subpleural) 폐실질 병변과 구분이 쉽지 않다. 늑막 병변은 부드럽고 점진적으로 늑막과 둔각을 이루는데 병변 경계가 불분명하고 선형음영을 동반하기도하고, 내부에 저음영 또는 공기 기관지음영(air-bronchogram)이 섞여 비균질한 음영을 보인다. 이들은 늑막과 예각을 이루는 늑막하 폐실질 병변과 구분된다(Fig. 5). 늑막 병변은 전이, 국소적 종양, 혈흉 등이 원인 질환이다.^{21,22} 늑막하 폐실질 병변은 폐암, 전이, 기질성 폐인 흉수, 중피종(mesothelioma), 신경계렴(organizing pneumonia), 염증성 가성종양(inflammatory pseudotumor), 원형폐허탈(rounded atelectasis) 등이 있는데,²³ 원형 폐허탈은 늑막의 반흔(scar)과 석면노출 과거력의 특징을 보인다. 가장

흔한 늑막 병변인 늑막강(pleural space)에 물이 고이는 흉수는 울혈성 심부전, 폐렴에 동반된 흉수, 전이 및 결핵에 의한 흉수가 주된 원인이다.²⁴ 자세에 따라 움직이는 흉수(free pleural fluid)는 일반 흉부영상에서 쉽게 진단할 수 있는데 옆으로 누운 상태 영상에서 확인이되는 반면, 국소적인 흉수는 CT촬영을 통해 병변 위치 뿐만 아니라 다른 늑막하 폐실질 병변과의 감별이 필요하다.

흉벽 병변들은 늑막병변과의 감별이 어렵기도 하지만 불분명한 병변 경계를 갖는 것이 중요한 감별 소견이다.²⁵ 늑골 파괴를 동반하는 경우는 성인에서 전이나 다발성 골수종(multiple myeloma)을, 아동에서는 유왕 종양(Ewing's tumor) 또는 신경아세포종(neuroblastoma)을 의심한다. 방사선균증(actinomycosis), 아스페길로 진균증(aspergillosis), 결핵에서도 늑골 골절과 흉벽 질환이 동반된다.

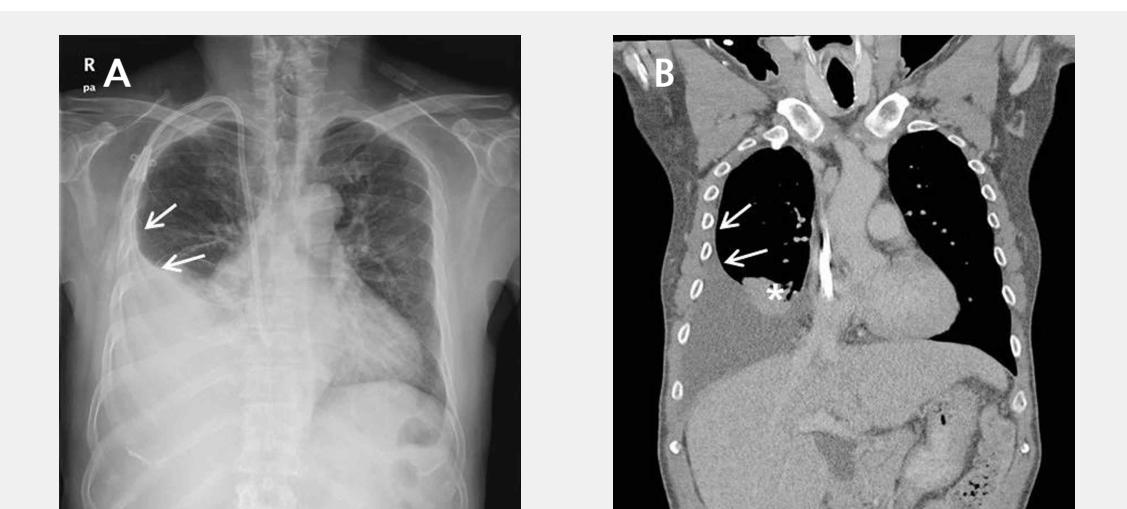


Figure 5. 54-year-old male with large amount of right pleural effusion

- A. Chest radiograph shows bulky high density forming obtuse angle with the right pleura (arrow) meaning extrapulmonary pleural lesion.
- B. Coronal scan of chest CT in same patient shows more clear obtuse angle with pleura (arrows) and passive atelectasis of right lower lung (asterisk).

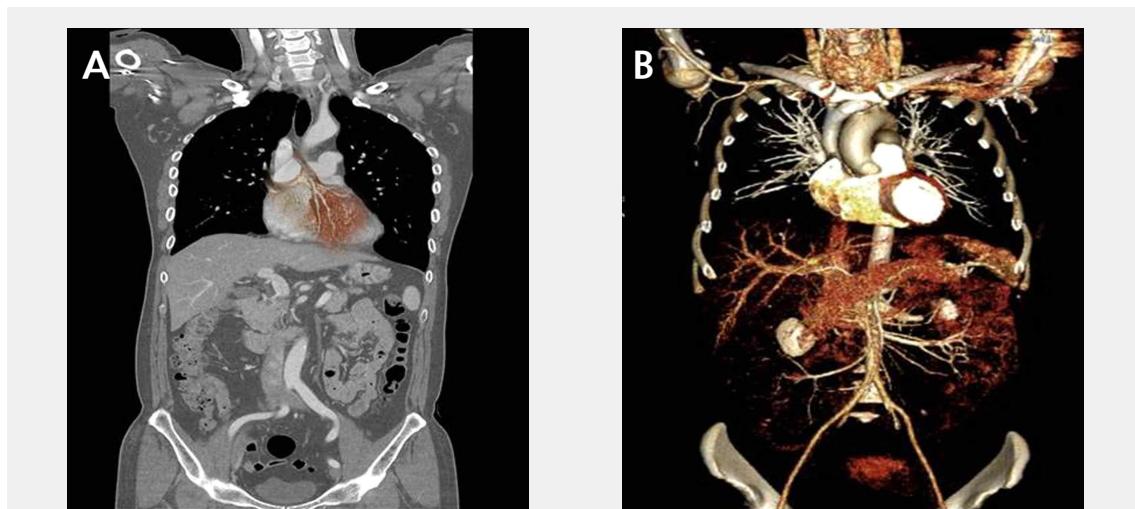


Figure 6. Triple-Rule-Out (TRO) CT in emergent room

A. Fused 3-dimensional (3D) cardiac reconstruction and coronal scan show TRO CT that evaluate coronary arteries for acute coronary syndrome, pulmonary artery for pulmonary thromboembolism and aorta for acute aortic syndrome.

B. 3D arteriography in TRO CT presents clear ascending thoracic aorta without motion artifact due to ECG-gated scanning. If a dissection was diagnosed, you can see the extent of dissection flap accurately.

4. 응급실을 찾는 비외상성 흉통 환자의 CT 영상법(CT technique for non-traumatic chest pain)

흉통을 주소로 응급실에 내원하는 환자 중 일부가 급성관상동맥증후군으로 입원을 하고 대부분은 비심인성 질환이 원인이다. 하지만, 초기에 관상동맥질환과 대동맥질환, 폐동맥 색전증과 같은 위험도 높은 질환과 그렇지 않은 질환을 구분하는 조기 감별이 매우 중요하다.²⁶ 비외상성 흉통 질환 중 응급실에서 꼭 감별을 해주어야 하는 세가지 질환이 관상동맥증후군, 폐색전증, 대동맥 박리를 포함한 대동맥 증후군인데 이들 질환은 모두 일반 흉부영상으로는 조기 진단이 불가능하며 감별을 위한 적극적인 CT촬영이 필요하다.²⁷ 통상적으로 각각의 질환 진단을 위한 최적화된 CT촬영법이 있지만 이들 질

환의 임상양상이 분명히 구분되지 않을 경우에는 이들을 감별하기 위해 개발된 3대질환 감별 CT (triple rule out CT, TRO CT)라는 검사를 시행하는 것도 도움이 된다(Fig. 6).^{28,29} 관상동맥증후군 및 폐색전증을 감별하기 위해 심전도 동기화를 통해 심장을 포함하여 상부와 하부 폐야를 충분히 포함하여 촬영하고 이후 대동맥증후군 진단에 필요한 복부 골반 영상을 얻기 위해 심전도 동기화로 얻은 영상 범위의 하방으로 촬영을 한다. 여기에는 목적에 좀 더 부합되게 조영제 사용방법과 방사선 피폭을 조정하는 수많은 촬영기법을 사용할 수 있다.³⁰ 한 번의 CT 촬영으로 꼭 감별하여야 할 흉통 질환들을 진단할 수 있다는 장점이 있으므로 응급의학과 의사들이 일선에서 사용하기에 적합한 CT영상법이라 할 수 있다.

CONFLICT OF INTEREST

none.

REFERENCES

1. Pfahler GE. X-ray Diagnosis in Diseases of the Chest. *Trans Am Climatol Clin Assoc* 1917; 33: 175–201.
2. Cardinale L, Priola AM, Moretti F, Volpicelli G. Effectiveness of chest radiography, lung ultrasound and thoracic computed tomography in the diagnosis of congestive heart failure. *World J Radiol* 2014; 6: 230–237.
3. Pandharipande PV, Reisner AT, Binder WD, Zaheer A, Gunn ML, Linna KF et al. CT in the Emergency Department: A Real-Time Study of Changes in Physician Decision Making. *RadioLOGY* 2016; 278: 812–821.
4. Kalisz K, Garg V, Basques K, Gilkeson R, Young P. Emergency Room Plain Radiograph Imaging Study Indications: An Analysis of Quality and Trends at a Large Academic Medical Center. *Acad Radiol* 2016; 23: 1582–1586.
5. Walker CM, Abbott GF, Greene RE, Shepard JA, Vummidi D, Digumarthy SR. Imaging pulmonary infection: classic signs and patterns. *AJR Am J Roentgenol* 2014; 202: 479–492.
6. Felson, BChest roentgenology, WB Saunders, Philadelphia, 1973.
7. Armstrong P, Wilson AG, Dee P, Imaging of diseases of the chest,. Mosby – Year Book, London, 1990.
8. Brogdon BG, Kelsey CA, Moseley RD Jr. Factors affecting perception of pulmonary lesions. *Radiol Clin North Am* 1983; 4: 633–654.
9. Chen JT. The plain radiograph in the diagnosis of cardiovascular disease. *Radiol Clin North Am* 1983; 4: 609–621.
10. Geusens E, Pans S, Prinsloo J, Fourneau I. The widened mediastinum in trauma patients. *Eur J Emerg Med* 2005; 12: 79–184.
11. Proto A. Conventional chest radiographs: anatomic understanding of newer observations. *Radiology* 1992; 183: 593–603.
12. Woodring JH, Reed JC. Types and mechanisms of pulmonary atelectasis. *J Thorac Imaging* 1996; 11: 92–108.
13. Ellis K. The adult respiratory distress syndrome (ARDS). *Comptemp Diag Radiol* 1978; 1: 1–6.
14. Landman S, Burgener F. Pulmonary manifestations in Wegener's granulomatosis. *AJR Am J Roentgenol* 1974; 122: 750–756.
15. Mueller-Mang C, Grosse C, Schmid K, Stiebellehner L, Bankier AA. What every radiologist should know about idiopathic interstitial pneumonias. *Radiographics* 2007; 27: 595–615.
16. Hollman AS, Adams FG. The influence of the lordotic projection on the interpretation of the chest radiograph. *Clin Radiol* 1989; 40: 360–364.
17. Heiberg E, Wolverson M, Sundaram M, Connors J, Susman N. CT findings in thoracic aortic dissection. *AJR Am J Roentgenol* 1981; 136: 13–17.
18. Au V, Leung AN. Radiologic manifestations of lymphoma in the thorax. *AJR Am J Roentgenol* 1997; 168: 93–98.
19. Winer-Muram HT, Rubin SA. Thoracic complications of tuberculosis. *J Thorac Imaging* 1990; 5: 46–63.
20. Koyama T, Ueda H, Togashi K, Umeoka S, Kataoka M, Nagai S. Radiologic manifestations of sarcoidosis in various organs. *Radiographics* 2004; 24: 87–104.
21. Theros EG, Feigin DS. Pleural tumors and pulmonary tumors: differential diagnosis. *Semin Roentgenol* 1977; 12: 239–247.
22. Vix VA. Roentgenographic manifestations of pleural disease. *Semin Roentgenol* 1977; 12: 177–286.
23. Glazer HS, Duncan-Meyer J, Aronberg DJ, Moran JF, Levitt RG, Sagel SS. Pleural and chest wall invasion in bronchogenic carcinoma: CT evaluation. *Radiology* 1985; 157: 191–194.
24. Hanna JW, Reed JC, Choplin RH. Pleural infections: a clinical-radiologic review. *J Thorac Imaging* 1991; 6: 68–79.
25. Ellis R. Incomplete border sign of extrapleural masses. *JAMA* 1997; 237: 2748.
26. Pope JH, Aufderheide TP, Ruthazer R, Woolard RH, Feldman JA, Beshansky JR et al. Missed diagnoses of acute cardiac ischemia in the emergency department. *N Engl J Med* 2000; 342: 1163–1170.

27. Klompa M. Does this patient have an acute thoracic aortic dissection? *JAMA* 2002; 287: 2262–2272.
28. Wnorowski AM, Halpern EJ. Diagnostic Yield of Triple-Rule-Out CT in an emergency setting. *AJR Am J Roentgenol* 2016; 207: 295–301.
29. Burris AC 2nd, Boura JA, Raff GL, Chin-naiyan KM. Triple rule out versus coronary CT angiography in patients with acute chest pain: results from the ACIC consortium. *JACC Cardiovasc Imaging* 2015; 8: 817–825.
30. Limanovich DE, Tack DM, Shahrzad M, Bankier AA. Dose reduction in cardiothoracic CT: review of currently available methods. *Radiographics* 2014; 34: 1469–1489.

초음파 검사의 국민건강보험 급여 체계 개편 ; 응급실과 중환자실 검사를 중심으로 Reform of National Health Insurance for ultrasonography

김태식 / 한림병원 심장혈관흉부외과

Tae Sik Kim / Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Hallym Hospital

Abstract

Korean people had paid the the whole cost of ultrasonography examinations even in the National Health Insurance over the past 20 years until 2013. The National Health Insurance has included the ultrasonography examinations in 2013. As part of the government's policy to reinforce the support of the four major illnesses, 47 diagnostic examinations of ultrasonography were newly established as insurance benefits. In October 2016, the first amendment of the ultrasonography's insurance system was reached.

The reform of insurance system for ultrasonography examination was published in August and September 2016 as the insurance cost law(No. 2016-149), the regulation law(No. 2016-175), and the demanding method law(No. 2016-184), and then has been in effect since October 1, 2016.

One of the most particular features in this reform was more specific to reality. Forty-seven examinations for diagnostic ultrasonography were subdivided into 58 examinations, and guiding ultrasonography for procedures was newly established. Emergency and critical care ultrasonography and basic ultrasonography for special medical situations were also newly established. The non-payment examination was expressed in a single line in the previous system, but it was reorganized into 10 examinations in this reform. In addition, the standard of ultrasonography examinations for upper and lower extremities were revised from single side to both side, and some points were added to examinations using the Doppler method. Many academics and government officials over the past year or so have made in-depth discussions for this reform system that still have issues to address. A more realistic and forward-looking system will be hoped to be discussed for improving the overall welfare of the people.

Keywords

Critical care, Emergency, National Health Insurance, Ultrasonography, Welfare.

Corresponding author

Tae Sik Kim

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Hallym Hospital,

722, Jangje-ro, Gyeyang-gu, Incheon, 21079, Republic of Korea

Tel: 032-540-9097

Fax: 032-550-9550

E-mail: kmdphd@gmail.com

Prologue

이미 약 30년 전인 1989년에 전 국민 의료보험이 시작되었고, 2000년에 이르러 현재의 국민건강보험법이 시행되었다. 그러나, 국가 주도의 이 건강보험제도는 모든 국민을 수혜자로 지정할 뿐, 모든 의료 행위에 대해 혜택을 주고 있지는 않다. 즉, 지금의 행위별 수가제도에서는 일부 선별적인 진단 및 치료 항목만이 제도권에 포함된다. 물론 일부라는 말은 아주 작은 범위라는 것이 아니라, 전체가 아니라는 의미이다.

전국민 의료보험 체계내에서조차 지난 20여년간 모든 초음파 검사 비용은 고스란히 피검자인 국민의 부담으로 남아 있었다. 그러다가 2013년에 이르러서야 초음파 검사가 비로소 국가보험 체계내로 편입된다. 정부의 4대 중증질환 보장성 강화 정책의 일환으로 47개의 진단초음파

검사가 보험 급여 항목으로 신설된 것이다. 그 뒤 2016년 10월, 초음파 검사의 입장에서 본다면, 국민건강보험법 체계내에서 제1차 개정을 맞이하였다.

아래 내용들은 이번 개정의 일부만을 포함하고 있으며, 각 항목별 자세한 내용 분석은 유관 임상 과의 관심도에 따라 진행될 수 있기를 희망한다.

Reformed contents

새로운 초음파 검사 급여 체계는 2016년 8, 9월에 수가고시(제2016-149호, 제2016-188호), 기준고시(제2016-175호)와 청구방법고시(제2016-184호) 및 별지(Q&A)로 공표되었고, 2016년 10월 1일부터 시행되었다. 이후 기준고시가 일부 문구를 명확히 하고, 임산부 관련 항목을 개정하여 공포(제2016-207호)되었다.¹⁻⁶

1. 개정 논의 과정

이번 초음파 급여 체계 개정에 대한 논의는 2015년 5월을 시점으로 잡는 것이 좋다. 당시 보건복지부는 건강보험정책심의위원회에 ‘초음파검사 급여화 추진 방향’에 대해 보고하면서, 당해 년도 말까지 초음파 검사가 필요한 모든 질환과 의료 과정을 대상으로 분류 체계를 개발하겠다고 선언하였다. 이에 대한 근거는 4대 중증질환 보장성 강화 정책과 14~18 중기보장성 강화 계획에 있다. 곧 이어 정부는 6월에 초음파 관련 19개 의학회 대표들과의 간담회를 개최하였다. 이 자리에서 정부는, 2013년 10월 초음파 검사의 제한적 급여화를 처음 시행하는 과정에서 여러 문제점들이 있었음을 시인하고, 이번에는 충분한 논의를 거쳐 합의를 도출하겠다는 의지를 표명하였다. 그리하여, 총괄 협의체와 분과 협의체를 구성하고 7월부터 본격적인 논의를 시작하였다. 다음 해인 2016년 6월까지 약 1년 동안, 정부와 20개 유관 학회 및 2개 단체가 모여 약 75회에 걸친 회의를 진행하였다. 그리고, 2016년 8월 건강보험정책심의위원회에서 초음파 급여 체계 개편에 대해 의결되었고, 8월과 9월에 이에 대한 보건복지부 고시가 공표되었다.

2. 주요 개정 내용

이번 개편의 특징을 한 마디로 표현한다면 기존의 분류 체계가 현실에 맞게 보다 구체화되었다는 것이다(Table 1, 2). 47개의 진단초음파 항목이 58개 항목으로 세분화되었고, 시술과 동시에 시행되는 유도초음파 항목이 신설되었다. 그리고, 특별한 목적을 위한 응급증환자 초음파와 단순초음파 항목이 새로 만들

어졌다. 비급여 항목은 기존 체계에서 단 한 줄로 표현되었으나, 이번 개정에서 10개의 항목으로 모습을 갖추었다. 이는 향후 급여화로의 전환을 전제로 미리 분류 작업을 해 둔 것으로 해석된다. 그 밖에 상하지 초음파 검사를 편측 기준에서 양측 기준으로 개정하였고, 도플러 검사에 일부 가산점을 부여하였다.

3. 기본초음파(단순초음파)

보건복지부 고시 제2016-149호는 새로운 제5절을 신설하고 ‘초음파 검사료’라고 명명하였다. 그리고, 이 절을 4개의 항목으로 세분하였는데, 기본초음파, 진단초음파, 유도초음파, 특수초음파들이 그것이다. 여기에서 첫 번째로 언급된 분류가 기본초음파로 이번 개정에서 새로 신설된 항목이다. 기본초음파는 단순초음파(I) (one point ultrasonography)와 단순초음파(II)(simple ultrasonography)로 다시 나뉜다. 이에 대한 정의는 보건복지부 고시 중 초음파검사 개정 관련 Q&A에 ‘단순초음파 산정 방법’이라는 칸에 수록되어 있다(Table 3). 주목할 것은 실제 임상 현장에서 이 기본초음파는 아주 널리 적용될 수 있다는 점이다. 기존의 진단초음파로 규정하기에는 약간 부족한 내용의 초음파 검사를 이 기본초음파로 적용시켜 볼 수 있다. 그리고, 단순초음파(II)는 초음파 유도하 중심정맥관 삽입술에서의 초음파 검사를 포함하고 있다. 이는 사실상 유도초음파에 해당하는 항목이지만, 정부의 정책적 판단에 의해 기본초음파로 분류된 점이 없지 않아 있다. 이러한 문제는 다음 개편 때에 충분히 다시 논의되어야 할 것이다.

Table 1. Reformed main aspects of National Health Insurance for ultrasonography (from the unpublished educational data of Health Insurance Review and Assessment Service)

1차		2차	
Level에 따라		검사범위(전체→부분)에 따라	접근난이도(체내·외)에 따라
세 분 화	①간1,2	경부 → ①갑상선 ②갑상선외	전립선, 정낭 → ①경복부
	②심장1,2,3	비뇨기계 → ①신장, 부신, 방광	②경직장
	③부인과1,2,3	②신장, 부신 ③방광	
	④사지관절1,2,3	흉부 → ①유방 ②유방이외 하부장관 → ①직장, 항문 ②항문	
단 순 화	분류 삭제 → 가산	편측에서 → 양측으로 통합	일반과 정밀 → 통합
	심근조영 → 조영 가산	①안구, 안와, 안계측 ②상하지 동·정맥 도플러	경식도초음파(일반, 정밀) → 경식도초음파
	도플러 가산	목적별 재분류	난이도 격차에 따라
기 타	①기본행위 포함	①동정맥루 혈관지도	하지정맥 → ①하지정맥
	②별도 가산	②심장내초음파	②하지정맥류

Table 2. Comparison of previous and reformed systems of National Health Insurance for ultrasonography (from the unpublished educational data of Health Insurance Review and Assessment Service)

분류	기존 (Oct, 2013)	개정 (Oct, 2016)
진단초음파	47항목	58항목 39항목(통합 및 유지), 19항목(신설)
기본형 초음파	-	①단순초음파(2항목) ②응급·증환자초음파(3항목)
유도초음파	-	4항목(신설) (I) 천자, 배액 시 유도 (II) 조직검사 등 간헐적 유도 (III) 지속적 치료시술 모니터링 (IV) 고난이도 시술 지속적 유도
비급여초음파	‘도-161 초음파 영상’ 단일 항목	10항목(신설) ①특수초음파(4항목) ②기타(6항목)

Table 3. Classification and Contentsof Basic Ultrasonography

Classification	Contents and examples
단순초음파(I)	<p>진찰 시 보조 역할을 하는 초음파</p> <p>① 수술 또는 시술 후 혈종 확인</p> <p>② 종물 또는 종양 크기 확인</p> <p>③ 수술부위 피부 위치 표시</p> <p>④ 단순 잔뇨량 측정 등</p>
단순초음파(II)	<p>① 분류된 진단초음파의 해부학적 부위 상태를 모두 확인하는 것이 아니라, 일부만을 확인하기 위하여 시행하는 초음파검사 (예) 경두개골결손 뇌실질 초음파 등</p> <p>② 처치·시술 진행 시 보조역할로 시행하는 초음파 (예) 천자부위 위치 확인(방광천자, 관절천자 등)</p> <p>카테터 삽입부위 위치 확인(경경정맥간내문맥정맥단락술 등)</p>

4. 진단초음파

진단초음파는 해부학적 구조에 의거해 두경부, 흉부, 심장, 복부, 근골격·연부, 혈관, 신경, 임산부, 응급·중환자 초음파로 분류하였다. 각 분류별 내용 분석은 유관 임상 과의 관심도에 따라 진행되는 것이 보다 적절하므로 여기에서는 다루지 않기로 하고, 대략의 내용은 앞서 ‘주요 개정 내용’과 Table 1, 2를 참고하면 될 것이다. 다만, 제한적 초음파에 대해서는 언급이 필요한 바, ‘치료 전·후와 같이 환자 상태 변화를 확인하기 위하여 이전 초음파 영상과 비교 목적으로 시행 할 경우 제한적 초음파(해당 검사 소정 점수의 50%)로 산정한다’고 초음파검사 개정 관련 Q&A에서 정의하고 있다. 이는 진단초음파의 시행 남용을 막고, 환자의 부담을 경감할 목적으로 일종의 안전 장치를 제도적으로 마련한 것으로 이해하면 좋을 듯 싶다.

5. 응급·중환자초음파

진단초음파 중 신설된 항목인 응급·중환자초음파는 본 서지의 성격상 조금 자세히 설명하고자 한다. 응급·중환자초음파는 보건복지부 고시 제2016-149호에서 단일표적초음파(single focused ultrasonography)와 복합표적초음파(multiple focused ultrasonography)로 분류하였는데, 이는 검사실 초음파 검사가 아닌, 환자의 병상 바로 옆에서 시행되고 해석되는 현장 초음파(point-of-care ultrasound)의 학문적 분류를 올바르게 반영한 것이다. 단일표적초음파의 부위별 분류와 복합표적초음파의 구체적 정의는 Table 4에 기술하였다. 보건복지부 고시 제2016-149호에서 언급한 단일표적초음파의 ‘1부위’는 Table 4에 기술된 분류에서 하나의 각 항목에 해당한다.

응급·중환자초음파에서 특이할 만한 점은, 진단초음파내에 포함되어 있지만

Table 4. Classification of Emergency and Critical Care Ultrasonography

단일표적초음파*의 분류	
가) 두경부	
나) 흉부	
다) 심장- 경흉부 표적심장초음파(transthoracic focused cardiac US [FoCUS])	
라) 심장- 경식도 표적심장초음파(transesophageal FoCUS)	
마) 심장- 기능	
바) 혈관	
사) 복부	
아) 골반(임신 제외)	
자) 골반(임신)	
차) 근골격(혈관 제외)	
복합표적초음파†의 분류	
가) 급성 흉복부골반 외상: 급성 외상 환자의 기흉, 혈흉, 혈복강과 심낭 삼출 여부 또는 복부골반 및 흉부 장기 손상을 발견하기 위해 흉부, 심장, 복부골반을 동시에 확인하여 임상적 판단을 해야 하는 경우	
나) 심정지: 원인을 알 수 없는 심정지 발생시, 심폐소생술 중 또는 직후에 심정지의 원인을 신속하게 파악을 위해 심장, 흉부, 복부골반, 혈관 등 중에 세 장기 이상을 동시에 확인하여 임상적 판단을 해야 하는 경우	
다) 호흡곤란: 원인을 알 수 없는 호흡곤란의 원인을 감별하기 위해 흉부, 심장, 복부골반, 또는 혈관 등 중에 세 장기 이상을 동시에 확인하여 임상적 판단을 해야 하는 경우	
라) 흉통: 원인이 불명확한 흉통의 원인 감별을 위해 흉부, 심장, 혈관, 또는 복부골반 등 중에 세 장기 이상을 동시에 확인하여 임상적 판단을 해야 하는 경우	
마) 쇼크나 불안정한 혈류역학: 원인이 명확하지 않은 불안정한 혈류역학 그리고/또는 의식의 변화, 실신, 발한, 전신약화, 어지럼증 등 쇼크 증상이나 징후가 있는 경우, 흉부, 심장, 심장-기능, 복부골반, 혈관 또는 근골격계 중 세 장기 이상을 동시에 확인하여 임상적 판단을 해야 하는 경우	
바) 복통: 복통의 원인이 명확하지 않아서 심장 혹은 흉부, 복부골반 내의 장기들을 포함하여 세 장기 이상을 동시에 확인하여 임상적 판단을 해야 하는 경우	
사) 발열: 원인이 명확하지 않은 발열의 감별진단을 위해서 경부, 흉부, 복부골반, 근골격계 등, 감염원 선별을 위해 세 장기 이상을 동시에 확인하여 임상적 판단을 해야 하는 경우	

*: 신속한 의사결정을 위해 단일 장기에 한정된 초음파 현장 검사

†: 응급하고 중증의 특별한 의학적 상황에서 신속한 의사결정을 위해 세 장기 이상을 현장에서 시행한 초음파 검사

산정 횟수와 실시 장소 및 인력을 따로 정의하고 있다(Table 5). 산정 횟수를 제한하지 않고 1일당으로 산정이 가능하도록 한 것은 응급 혹은 중환자를 대상으로 현장에서 바로 시급하게 시행되는 검사의 본래 성격을 잘 반영한 결과로 해석될 수 있다. 응급·중환자초음파가 다른 초음파 검사 항목과 뚜렷이 구별되는 점이 바로 이 실시 장소와 인력을 제한한 것이다. 여러 논란이 있을 수 있겠으나, 이러한 제한은 현장검사의 특이성과 환자의 응급도 및 중증도를 고려한 본래의 취지를 적절히 반영한 것으로 보아야 할 것이다.

초음파검사 개정 관련 Q&A에서는 복합표적초음파를 반복 시행할 때의 수가산정 방법에 대해 ‘복합표적초음파로 진단 후 단일 장기만 반복적으로 확인이 필요한 경우에는 나952가 단일표적초음파로 산정하며, 진료상 추적검사의 필요성이 인정되는 경우에는 제한적 초음파로 산정한다’고 기술하였다. 예를 들어, 심정지 환자에게 복합표적초음파

로 처음 진단을 시행한 뒤 다시 심정지가 발생하였을 때, 가장 의심이 되는 부위를 하나만 검사한 경우라면 단일표적초음파로 산정하고, 처음 진단을 시행했을 때처럼 다시 여러 부위를 복합표적초음파로 검사한 경우라면 제한적 초음파로 산정(복합표적초음파의 50%)한다는 것이다(Fig. 1).

6. 유도초음파

이번 개정에서 특별히 높이 평가받을 부분은 유도초음파(Guiding Ultrasonography For Procedure) 항목의 신설이다. 보건복지부 고시 제2016-149호에서는 유도초음파를 (I), (II), (III), (IV)로 분류하였고, 각 분류와 상응하는 시술(처치 및 수술)들을 초음파검사 개정 관련 Q&A의 ‘유도초음파 산정 방법’에서 열거하였다(Table 6). 검사와 시술의 이런 대응에서 의아할 수 있는 점은, (I), (II), (III), (IV)로 나뉜 유도초음파의 분류와 이에 상응하는 시술의 난이도가 일치하지 않는다는 것이다. 예를 들어 보면, 심

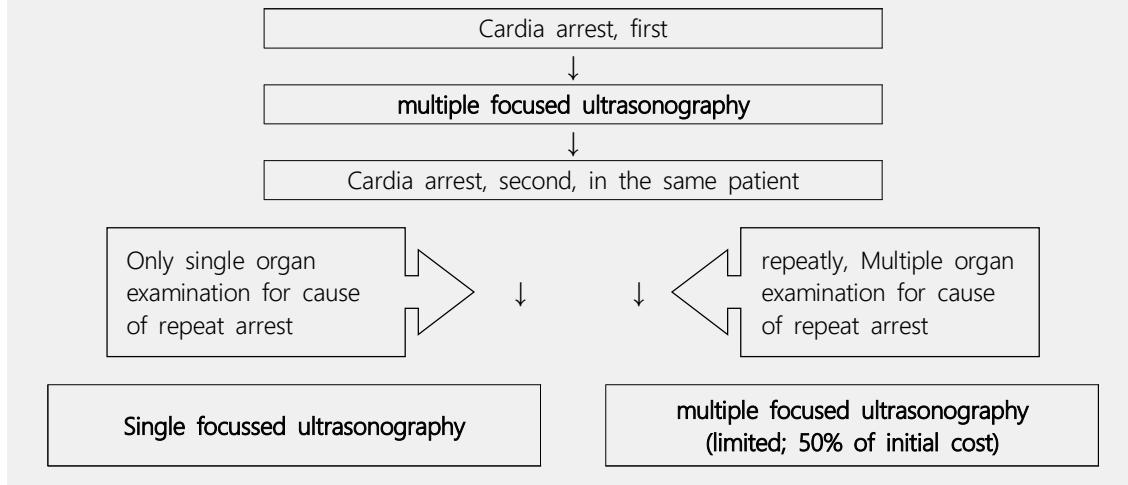
Table 5. Regulations of Emergency and Critical Care Ultrasonography: for claim count, performed place and enforcement personnel

산정 횟수
가) 단일 표적 초음파: 1부위, 2부위 이상(1일당)으로 산정함.
나) 복합 표적 초음파: 진단시 1회에 한해 인정하되, 진료상 추적검사의 필요성이 있는 경우에는 인정함.
실시 장소 및 인력
가) 실시 장소: 응급실, 중환자실에서 시행한 경우에 산정함. 다만, 일반병실이나 기타의 장소에서 응급중환자초음파를 시행하는 경우에는 조기대응팀에 소속된 응급의학과 전문의나 중환자실 전담의가 시행하는 경우에 한해 산정함.
나) 실시 인력: 응급의학과 전문의(전공의), 외과계 전문의(외상외과 분야에 한함), 중환자실 전담의가 시행한 경우에 한해 산정함.

Table 6. Guiding Ultrasonography For Procedure and related procedures

	M6850	낭종흡인요법
	C8040	흉막천자
	C8060	심낭천자
	C8100	더글라스와천자
	C8111 등	양수천자
	O1510	흉강삽관술(폐쇄식)
(I)	O1901 등	부분체외순환
	M6670	경피경간담즙배액술
	M6690	경피적담낭조루술
	M6741	경피적튜브배액술
	M6773	경피적간내홀뮴주입술
	M6830	경피적장루술[공장루, 맹장루포함]
	기타	동정맥루 혈관지도검사, 수술 전tattooing, 수술 전wire 삽입
	C8502	침생검(표재성)-근육및연부조직
	C8506	침생검(표재성)-기타부위
	C8511	침생검(심부)-복막
	C8513	침생검(심부)-장기[편측]
	C8551	전립선생검-경피적
	C8561	고환,부고환생검-경피적
	C8572	자궁내막조직생검-구획소파생검
	C8573	자궁내막조직생검-흡인생검
	C8574	자궁내막조직생검-단순소파생검
	C8575	자궁내막조직생검-자궁경내소파술
	C8591	갑상선생검-침생검
(II)	M0031	피부 및 피하조직, 근육내 이물제거술[봉침, 파편 등]-근막절개하 이물제거술
	M0032	피부 및 피하조직, 근육내 이물제거술[봉침, 파편 등]-기타
	R4028	자궁내풍선카테터충전술[자궁용적측정포함]
	R4103	질식배농술-질벽혈종제거
	R4271	자궁내장치삽입술
	R4277	자궁내장치제거료(실이보이지않는경우)-기타의경우
	R4441	계류유산소파술-12주미만
	R4442	계류유산소파술-12주이상
	R4460	태아축소술
	R4521	자궁소파수술
	M6781	장중첩증 비관혈적정복술-성공한경우
	M6782	장중첩증 비관혈적정복술-실패하여 관혈적수술을 실시한 경우
	M6800	비촉지유방종양침위치결정술
	M1771 등	경피적경화술
(III)	R4016	양막내양수주입술
	R4182	자궁내반증수술-용수정복
	R4435	난소낭종 또는 난소농양 배액술[질부접근]
(IV)	OZ841 등	경피적고주파열치료술
	M6880 등	경피적냉동제거술

Figure 1. Example of application of Emergency and Critical Care Ultrasonography for cardiac arrest



낭천자나 부분체외순환(ECMO) 같이 다분히 위험성이 높은 시술은 유도초음파(I)과 대응되어 있는 반면, 근육 및 연부조직의 표재성 침생검은 유도초음파(II)와 대응되어 있다. 그러나, 이는 각각의 초음파 행위의 난이도에 초점을 맞춰 분류했기 때문이다. 시술 전 위치 선정, 천자 혹은 배액의 확인, 시술 진입 시 보조 역할 등 초음파 행위 자체가 비교적 짧은 시간내에 시행되는 경우를 유도초음파(I)로 분류한 것이다. 그리고, 결합행위인 시술의 소요 시간만큼 초음파 행위가 같이 진행되는 경우를(II)로 분류하였다. 조직 생검, 흡인, 주입 시 유도 등 시술 과정의 시작부터 종료까지 초음파 행위가 연속되어 시술과 동시에 진행되는 경우 등이 여기에 해당된다. 특수 시술, 고주파 치료술과 결합된 초음파 행위는(III), (IV)로 분류되었다.

7. 비급여 초음파

이번 개정 전에는 ‘도-161 초음파 영상’이라는 단 하나의 문구로 비급여 초

음파가 표현되었으나, 이제는 10개의 항목으로 분류되었다. 수가가 없는 이름만 있는 이 항목들을 정비해 둔 이유는 차후에 급여화로 전환될 것을 염두에 둔 사전 포석으로 이해될 수 있을 것이다.

Epilogue

이번 개정을 지난 1년이 넘는 기간 동안 많은 학계 전문가들과 정부 관계자들이 심도깊은 논의를 거쳐 만들어낸 작품으로 평가해도 부족해 보이지 않는다. 그러나, 첫 술에 배부를 수는 없듯이, 급여 대상자의 제한, 누락된 검사 항목, 적절한 난이도 조정, 기준초음파의 선정 등 다시 숙고하고 해결해야 할 문제들은 남겨져 있다. 그리고, 전체 회의에서도 쟁점이 되었던, 상대가치점수의 구성 요소인 의사의 업무량에 대한 현실적이고 솔직한 고찰이 이제는 필요하다. 이는 시행 인력이 실제 누구이냐의 문제도 포함하고 있는 상당히 예민한 부분이다. 한 걸음 나아가, 급여 체계와 직접적으로 연관이 있어 보이지는 않지만, 시행 인력의 질 관리도

향후 다각도로 고민해야 할 과제이다. 부디 전체 국민 복지 향상의 큰 틀에서, 향후 보다 현실적이며 진일보한 방향으로 제2차 개정이 이루어지길 간절히 기대해 본다.

* 본 논문은 2017년 4월 21일 대한중환자의학회 제36차 정기학술대회에서 구연 발표되었음.

REFERENCES

1. 보건복지부. 건강보험 행위 급여·비급여 목록표 및 급여 상대가치점수 일부 개정. 보건복지부 고시 제2016-149호. 2016년 8월 11일.
2. 보건복지부. 요양급여의 적용기준 및 방법에 관한 세부사항 일부 개정. 보건복지부 고시 제2016-175호. 2016년 9월 8일.
3. 보건복지부. 초음파검사 개정 관련Q&A(보건복지부 고시 제2016-149호, 제2016-175호 관련). 보건복지부 고시 제2016-175호. 2016년 9월 8일.
4. 보건복지부. 요양급여비용 청구방법, 심사청구서·명세서서식 및 작성요령 일부 개정. 보건복지부 고시 제2016-184호. 2016년 9월 27일.
5. 보건복지부. 건강보험 행위 급여·비급여 목록표 및 급여 상대가치점수 일부 개정. 보건복지부 고시 제2016-188호. 2016년 9월 30일.
6. 보건복지부. 요양급여의 적용기준 및 방법에 관한 세부사항 일부 개정. 보건복지부 고시 제2016-207호. 2016년 11월 7일.

저자 투고 규정

Instructions for Authors

I. 일반 사항 (General Information)

응급중환자영상학회지 (*Journal of Emergency and Critical Care Imaging*, JECCI)는 응급 및 중환자 진료 현장뿐 아니라 교육 및 시뮬레이션 환경에서 활용되는 다양한 임상 영상 연구를 포괄적으로 다루는 학술지로, 응급중환자영상학회(Society of Emergency and Critical Care Imaging, SECCI)가 발행하는 공식 학술지이다.

JECCI는 엄정한 동료 심사(peer review)를 거쳐 모든 논문을 오픈 액세스(open access) 형태로 출판한다.

본 학술지는 원저(Original Articles), 종설(Review Articles), 체계적 고찰(Systematic Reviews), 증례 보고(Case Reports), 영상(Image), 독자 서한(Letters to the Editor), 사설(Editorials) 등을 게재한다.

투고 자격에는 제한이 없으나, 종설 원고는 편집위원회가 위촉한 원고(commissioned articles)에 한하여 접수한다.

모든 투고 원고는 본 투고 규정에 따라 작성되어야 하며, 본 규정에 명시되지 않은 사항은 국제의학학술지편집인위원회(International Committee of Medical Journal Editors, ICMJE) 및 대한의학학술지편집인협의회(Korean Association of Medical Journal Editors, KAMJE)의 최신 권고를 따른다.

II. 연구 및 출판 윤리 (Research and Publication Ethics)

1) 인간 및 동물 연구 (Human and Animal Research)

인간 대상 연구는 기관생명윤리위원회(Institutional Review Board, IRB)의 사전 승인을 받아야 하며, 승인 여부 및 승인 번호를 원고에 명확히 기술해야 한다. 동물 대상 연구는 해당 기관 또는 국가의 동물실험윤리위원회(Animal Ethics Committee) 규정을 준수해야 하며, 승인 여부를 명시해야 한다.

인간 연구 참여자는 연구 목적과 절차에 대해 충분한 설명을 받은 후 자발적인 서면 동의(informed consent)를 제공해야 한다. 동의 면제가 필요한 경우, IRB의 공식적인 면제 승인을 받아야 한다.

모든 연구는 헬싱키 선언(Declaration of Helsinki)의 윤리 원칙을 준수해야 한다.

2) 저자 자격 및 책임 (Authorship Criteria and Responsibilities)

JECCI는 ICMJE(International Committee of Medical Journal Editors)가 제시한 저자 자격 기준을 따르고 있다.

책임저자(corresponding author)는 원고 접수, 심사, 출판 전 과정에서 편집위원회와의 공식적인 소통을 담당하며, 저자 정보, 윤리 승인, 임상시험 등록, 이해관계 명시서 제출 등에 성실히 협조해야 하며, 출판 이후에도 논문과 관련된 질의에 응답해야 하며, 편집위원회의 합당한 추가 자료 요청에 협조할 책임이 있다.

모든 저자는 다음 네 가지 기준을 모두 충족해야 한다.

1. 연구의 개념 설정, 설계, 자료 수집, 분석 또는 해석에 실질적으로 기여할 것
2. 원고 작성 또는 핵심적인 학술적 수정에 기여할 것
3. 최종 원고를 검토하고 승인할 것
4. 연구의 정확성과 진실성에 대한 모든 질의에 책임질 것

위 기준을 모두 충족하지 못한 경우, 저자가 아니라 해당 기여자로 감사의 글 (Acknowledgments)에 명시할 수 있다.

저자 수에는 제한이 없으나, 중례 보고의 경우 8명 이내로 제한하며, 책임저자는 1명만 인정한다.

게재 승인 이후에는 저자 추가, 제1저자 또는 책임저자 변경이 허용되지 않는다.

불가피한 저자 변경이 필요한 경우, 모든 저자의 서명이 포함된 저자 변경 동의서를 제출해야 한다.

3) 중복 출판 (Redundant Publication)

다른 학술지에 이미 출판되었거나 심사 중인 원고는 투고할 수 없다.

JECCI에 게재된 논문은 양측 편집위원회의 사전 동의 없이 다른 학술지에 재게재 할 수 없다.

JECCI에 출판된 표 및 그림은 출처를 명시하는 경우 비영리적 학술·교육 목적으로 사용할 수 있지만, 오픈 액세스가 아닌 자료를 인용하는 경우, 저작권자의 서면 허락을 받아야 한다.

4) 이차 출판 (Secondary Publication)

ICMJE 권고에 부합하는 경우에 한하여 이차 출판을 허용할 수 있다.

다국어 번역 출판 또는 정부기관·전문학회 발간 진료지침의 경우, 관련 편집인 간의 합의하에 가능하다. 이차 출판 시에는 원 출판물의 서지 정보(저자, 제목, 학술지명, 출판 연도, 페이지 등)를 명확히 밝혀야 한다.

5) 이해관계 명시 (Conflict of Interest Disclosure)

저자는 연구와 관련된 모든 재정적 또는 개인적 이해관계를 투명하게 공개해야 한다. 고용 관계, 자문, 주식 보유, 사례금 수령, 연구비 또는 여행 경비 지원 등은 모두 명시해야 한다.

이해관계가 없는 경우에는 “이해관계 없음(No conflict of interest)”이라고 명시한다. 불확실한 경우 편집위원회에 사전 문의해야 한다.

6) 연구출판윤리 위반 처리 (Handling of Research and Publication Misconduct)

표절, 증복 출판, 데이터 조작, 부당한 저자 변경, 이해관계 은폐 등 연구출판윤리 위반이 의심될 경우, 편집위원회는 COPE(Committee on Publication Ethics) 가이드라인에 따라 조사 및 조치를 시행한다.

7) 지적재산권 (Intellectual Property Rights)

JECCI에 출판된 논문의 저작권은 응급증환자영상학회에 귀속된다.

본 학술지는 Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC) 라이선스를 따른다.

8) 데이터 공유 (Data Sharing)

윤리적·개인정보 보호에 문제가 없는 범위 내에서 연구 데이터 공유를 권장한다.

임상시험 연구는 ICMJE의 데이터 공유 정책을 준수해야 한다.

9) 인공지능 사용 정책 (AI Usage Policy)

저자는 원고 작성 과정에서 생성형 인공지능(예: ChatGPT) 사용 여부를 명확히 공개해야 한다.

인공지능은 보조 도구로만 활용할 수 있으며, 원고의 최종 책임은 인간 저자에게 있다. 인공지능은 저자 목록에 포함될 수 없다.

10) 편집위원회의 책임 (Editorial Responsibilities)

편집위원회는 출판의 진실성, 윤리 준수, 이해관계 관리, 오류 수정 및 철회 조치에 대한 책임을 진다.

모든 투고 원고에 대해 유사도 검사를 실시하며, 심사자 익명성을 보장하고 편집 과정의 공정성과 투명성을 유지한다.

III. 편집 정책 (Editorial Policies)

JECCI 편집위원회는 학술지의 내용 진실성(content integrity)을 유지하고, 상업적 영향으로부터 독립성을 확보하며, 필요 시 출판물의 수정(correction) 또는 철회(retraction)를 시행한다.

표절, 위·변조 자료를 철저히 배제하여 출판 윤리와 학문적 신뢰성을 확립하는 것을 원칙으로 한다.

IV. 투고 가능한 원고 유형 (Categories of Manuscripts)

1. JECCI는 원저, 종설, 체계적 고찰, 증례 보고, 영상(Image), 독자 서한 및 사설 등 다양한 유형의 원고를 게재한다(표 1).

2. 원고 유형별 개요는 다음과 같다.

- 원저(Original Articles): 응급의학, 중환자의학 및 응급·중환자 영상 분야와 관련된 독창적 연구 성과를 보고한다. 필요 시 추가 자료는 부록(Appendix) 또는 보충자료(Supplementary Materials) 형태로 제출할 수 있다.
- 종설(Review Articles): 특정 주제에 대한 최근 연구를 근거 기반으로 종합·요약하고, 균형 잡힌 관점에서 임상적 쟁점과 중요성을 강조한다. 증례 보고는 포함하지 않는다. (JECCI에서는 편집위원회 위촉 원고에 한해 접수함)
- 체계적 고찰(Systematic Reviews): 특정 임상 질문에 대한 근거를 체계적 방법론으로 평가하며, 필요 시 메타분석을 수행한다. PRISMA 등 관련 보고 가이드라인을 준수하여 작성한다.
- 증례 보고(Case Reports): 드문 질환의 경과, 독특한 임상 징후, 새로운 진단·치료 접근, 또는 중요한 합병증 등 교육적·학술적 가치가 높은 사례를 다룬다. 원고는 서론-증례-고찰의 순서로 구성한다.
- 영상(Image): 대표성 또는 교육적 가치가 높은 임상 이미지를 간결한 해설과 함께 소개한다. 방사선 영상, 병리 영상, 초음파, CT/MRI 등 다양한 영상 자료를 포함할 수 있다.

- 독자 서한(Letters to the Editor): JECCI에 게재된 논문에 대한 논평, 의견, 수정 제안, 추가 해석 등을 포함한다. 원칙적으로 해당 논문 출판 후 8주 이내 제출해야 한다.
- 사설(Editorials): 응급증환자영상 분야의 주요 이슈 또는 JECCI에 게재될 논문에 대한 분석·논평을 다룬다.

3. 상기 범주에 명확히 해당하지 않는 원고는 투고 전 편집장 또는 편집위원회와 사전 협의하는 것을 권장한다.

V. 편집 정책 (Editorial Policy)

1) 저작권 (Copyright)

JECCI에 출판된 모든 논문의 저작권은 응급증환자영상학회(SECCI)에 귀속된다. 원고가 게재 승인될 경우, 저자는 저작권 양도 동의서(Transfer of Copyright Agreement)를 제출해야 한다.

2) 오픈 액세스 정책 (Open Access Policy)

JECCI는 Creative Commons Attribution – NonCommercial (CC BY-NC 4.0) 라이선스를 따르는 오픈 액세스 저널이다. 모든 원고는 JECCI 웹사이트에 게재되는 즉시 누구나 무료로 열람할 수 있으며, 독자에게 별도의 비용이 부과되지 않는다.

다만, 저자는 투고·심사·출판에 수반되는 비용(투고 및 심사료 등)을 부담한다.

JECCI에 게재된 표·그림을 학술 및 교육 목적으로 타 학술지 또는 서적에 재사용하고자 하는 경우, 출처를 명확히 표기하고 필요한 경우 JECCI 출판 주체의 허가를 거쳐 사용할 수 있다.

3) 데이터 공유 (Data Sharing)

JECCI는 윤리적 문제, 개인정보 보호, 기밀 유지 등에 저촉되지 않는 범위에서 연구 데이터의 공유를 권장한다. 데이터 공유를 원하는 저자는 공개 저장소에 데이터를 보관할 수 있으며, 원고에 DOI 또는 영구 링크를 포함할 수 있다.

임상시험의 경우 JECCI는 ICMJE의 임상시험 데이터 공유 정책을 준수하며, 데이터 공유 선언에 관한 세부 사항은 JKMS 32권 7호(1051 – 1053쪽) “Data Sharing Statements for Clinical Trials”를 참고할 수 있다.

4) 보관 정책 (Archiving Policy)

JECCI는 저널이 중단되는 경우에도 출판물의 장기 보존과 접근성을 보장하기 위해,

PubMed Central 및 국립중앙도서관 등에 아카이빙을 통해 전자 백업과 접근을 유지한다.

5) 프리프린트 정책 (Preprint Policy)

프리프린트(preprint)는 정식 동료 심사 및 출판 이전에 공개된 원고 버전을 의미한다. JECCI는 저자의 프리프린트 게시를 허용하며, 이는 중복 제출 또는 중복 출판으로 간주하지 않는다.

저자는 투고 과정에서 DOI가 포함된 프리프린트의 존재를 편집인에게 명시적으로 고지하는 것을 권장한다. 프리프린트가 JECCI에서 최종 게재 승인될 경우, 저자는 프리프린트 서버에 JECCI 게재 논문 링크 및 DOI를 업데이트하는 것을 권장한다.

6) 원고 공유 (Article Sharing)

저자는 자신의 논문을 비상업적 목적에 한하여 다음과 같은 방식으로 공유할 수 있다.

- 개인 웹사이트 또는 블로그 게시
- 연구기관 저장소(기관 내·학술 목적) 업로드
- 연구 협력자 또는 학생에게 개인적·교육적 목적으로 제공

VI. 원고 작성 지침 (Manuscript Preparation Guidelines)

원고는 다음 항목으로 구성한다.

- 표지>Title Page)
- 초록(Abstract) 및 주제어(Keywords)
- 본문(Main Text)
- 참고문헌(References)
- 표(Tables) 및 그림(Figures)
- (해당 시) 동영상(Videos) 및 부록(Appendices)

1) 일반 작성 원칙 (General Manuscript Guidelines)

원고는 한국어 또는 영어로 작성할 수 있다. 한국어 원고의 경우에도 판권 정보(논문 제목, 저자명, 소속, 교신저자 정보)는 국문과 영문을 각각 병기하며, 초록, 주제어, 표·그림 설명, 참고문헌, 감사의 글은 영어로 작성한다.

원고 파일은 MS Word 형식(DOC 또는 DOCX)으로 제출한다. 그림 파일은 JPG, JPEG, TIFF 또는 PPT 형식으로 제출하며, PDF 형식은 허용하지 않는다.

본문 글꼴은 한글은 바탕체, 영어는 Times New Roman을 사용하고, 글자 크기는 12포인트로 한다. 줄 간격은 200%(double spacing)로 하며, 여백은 상·하·좌·우 2.5 cm

로 설정한다. 모든 페이지에는 하단 중앙에 쪽 번호를 기입한다.

약어는 필요한 경우에 한해 최소화하며, 최초 1회 완전한 용어를 제시한 뒤 괄호 안에 약어를 표기한다. 한글 용어는 대한의사협회 의학용어집을 기준으로 사용하며, 적절한 번역어가 없거나 이해가 어려운 경우 최초 등장 시 영문을 병기한 후 이후에는 한글 용어만 사용한다.

수치는 아라비아 숫자로 표기하고 단위는 SI 단위를 원칙으로 하며, 수치와 단위는 원칙적으로 띄어 쓰되 % 및 °C는 수치에 붙여 표기한다. P 값은 본문에서는 “P”로, 표에서는 “P value”로 표기한다. 장비·시약은 회사명, 도시, 국가를 명시한다. 그 밖의 세부 형식은 JECCI 최신호를 따른다.

2) 원고 작성 (Manuscript Preparation)

(1) 표지 (Full Title Page)

표지에는 아래 정보를 포함한다. 논문 제목, 저자/소속, 책임저자 정보는 국문과 영문으로 각각 기재하며, 그 외 항목은 영문으로 작성한다.

- 원고 유형(예: Original Article)
- 논문 제목(가능한 2줄, 영문 50단어 이내 권장)
- 저자명 및 소속(복수 소속은 위첨자 숫자로 구분)
- 책임저자 정보(소속, 주소, 이메일)
- 축약 제목(Abbreviated Title, 50자 이내)
- ORCID, 이해관계(Conflict of Interest), 재정지원(Funding), 저자 기여도(CRediT roles), 감사의 글(Acknowledgments)
- CRediT(Contributor Roles Taxonomy)에 따라 저자 기여도를 구체적으로 명시한다 (표3 예시 참조)

(2) 본문 (Main Document)

본문은 심사용 파일로서, 저자명·소속·기관명 등 저자를 식별할 수 있는 어떠한 정보도 포함해서는 안 된다.

본문은 하나의 MS Word 파일로 작성하며, 다음 항목을 포함한다.

- 논문 제목
- 초록(Abstract)
- 본문(Main Text)
- 참고문헌(References)
- 표 설명(Table titles and footnotes)
- 그림 설명(Figure legends)

그림(Figures)은 본문 파일에 포함하지 않고 별도의 파일로 제출하며, 표(Tables)는 본문 내에 삽입하지 않고 참고문헌 뒤에 각각 새로운 페이지에서 작성한다.

① 논문 제목 (Title)

심사용 본문에는 저자 및 소속 정보를 제외한 논문 제목만 기재한다.

② 초록 (Abstract)

초록은 영문으로 작성하며, 원저 및 체계적 고찰의 경우 250단어 이내의 구조화 초록(structured abstract)으로 작성한다.

- Original Articles/Systematic Reviews
Objective, Methods, Results, Conclusion의 소제목으로 구성한다.
- Review Articles/Case Reports
서술형(narrative) 초록으로 작성할 수 있다.

초록 말미에는 3~5개의 주제어(Keywords)를 MeSH 용어를 기준으로 기재한다.

임상시험 연구의 경우, 임상시험 등록 번호(예: NCT01616745)를 초록에 명시해야 한다.

③ 본문 (Main Text)

원고 유형에 따라 본문 구성은 다음을 원칙으로 한다.

- 원저(Original Articles)
Introduction – Methods – Results – Discussion
- 증례 보고(Case Reports)
Introduction – Case Presentation – Discussion
- 종설(Review Articles)
Introduction – Main Text – Conclusion

본문에서는 명확하고 논리적인 구조, 일관된 용어 사용, 불필요한 중복의 최소화를 원칙으로 하며, 임상적·교육적 함의를 명확히 기술하는 것을 권장한다.

④ 참고문헌 (References)

참고문헌은 본문에 처음 인용된 순서대로 번호를 부여한다.

- 본문 내 인용은 위첨자 숫자로 표기한다 (예: ^{1,2,3} 또는 ^{1~3}).
- 학술지명은 NLM Catalog 또는 Korean Medical Journal Information 기준에 따라 약어를 사용한다.
- 저자가 6명 이하일 경우 전원 기재, 7명 이상일 경우 처음 3명만 기재 후 et al.을 사용한다.
- 개인적 의사소통, 미출판 자료는 참고문헌 목록에 포함하지 않고, 본문에서 괄호로 언급한다.

⑤ 표 (Tables)

표는 본문에서 언급된 순서에 따라 번호를 부여하며, 본문에 직접 삽입하지 않

고 별도의 페이지로 제출한다.

- 각 표는 간결하면서도 내용을 명확히 반영하는 제목을 포함한다.
- 표 제목은 표 상단에 위치시키며, 마침표는 사용하지 않는다.
- 모든 약어는 각주(footnotes)에서 정의하며, 각주 기호는 * , † , ‡ , § , || , ¶ , ** , §§ , ¶¶ , ¶¶¶ , ¶¶¶¶ 순으로 사용한다.
- 이미 출판된 표를 사용하는 경우, 저작권자의 서면 허가를 받아야 하며 출처를 각주에 명시한다.

6. 그림 및 그림 설명 (Figures and Legends)

그림은 본문에서 인용된 순서에 따라 번호를 부여하며, 본문에서 반드시 언급되어야 한다.

- 그림은 고해상도 원본 파일로 제출하며, PDF 형식은 허용되지 않는다.
- 그림 설명(Figure legends)은 영어로 작성하고, 별도의 페이지에 정리한다.
- 컬러 그림: RGB 모드, TIFF 형식, 폭 12.5 cm 이상, 해상도 300 dpi 이상
- 흑백 그림: Grayscale 모드, TIFF 형식, 폭 12.5 cm 이상, 해상도 300 dpi 이상

병리 조직 사진의 경우, 염색 방법 및 배율(예: H&E, ×400)을 명시하고 주요 부위는 기호나 화살표로 표시한다.

환자의 신원을 식별할 수 있는 모든 그림은 환자 서면 동의서 제출이 필수이며, 이에 대한 법적 책임은 저자에게 있다.

이미 출판된 그림을 사용할 경우, 저작권자의 서면 허가와 출처 표기가 필요하다.

7. 동영상 (Videos)

동영상은 MP4 형식, 최대 50 MB, 16:9 비율로 제출한다.

본문에는 동영상의 제목, 간략한 설명, 촬영 시점 및 장소를 그림 설명과 유사한 형식으로 기술한다. 환자 식별이 가능한 영상의 경우, 반드시 서면 동의서를 제출해야 하며 법적 책임은 저자에게 있다.

VII. 원고 제출 및 심사 과정 (Submission and Review Process)

1) 원고 제출 (Submission of Manuscripts)

모든 원고는 JECCI 온라인 투고 시스템으로 제출할 수 있다.

투고를 시작하기 전, 저자는 본 투고 규정과 제출 요건을 충분히 검토해야 한다.

(1) 제출 전 확인 사항 (Checklist before Submission)

저자는 다음 사항을 모두 충족하였는지 확인한 후 원고를 제출해야 한다.

- 원고는 JECCI Instructions for Authors, ICMJE 권고사항, COPE 출판 윤리 지침을 준수하여 작성되었다.

- 본문(Main Document)에는 저자명, 소속, 기관명 등 식별 가능한 정보가 포함되지 않았다.
- 표지(Title Page)에는 다음 정보가 포함되어 있다.
 - 논문 제목
 - 저자 이름, 학위 및 소속
 - 책임저자 정보(이름, 소속, 연락처, 이메일)
 - ORCID
 - 이해관계 명시(Conflict of Interest)
 - 연구비 지원(Funding)
 - 저자 기여도(CRediT roles)
 - 감사의 글(Acknowledgments)
 - 축약 제목(Running title, 50자 이내)
- 초록(Abstract)은 원고에 반드시 포함되어 있으며, 원고 유형에 맞는 형식과 분량을 준수하였다.
 - 원저 및 체계적 고찰: 구조화 초록, 250단어 이내
 - 종설: 서술형 초록, 250단어 이내
 - 증례 보고: 서술형 초록, 150단어 이내
 - 기타 유형: 초록 불필요
- 주제어(Keywords)는 3~5개로 구성하였으며, MeSH 용어를 기준으로 작성하였다.
- IRB 승인을 받은 연구의 경우, 방법(Method) 섹션에 승인 여부 및 번호를 명시하였다.
- 모든 그림(Figures)은 개별 파일로 업로드되었으며, 본문 파일에 포함되지 않았다.
- 그림 해상도는 최소 300 dpi 이상이다.
- 저작권 양도 동의서 및 이해관계 명시서는 모든 저자가 작성하였다.
- 이미 출판된 표나 그림을 재사용하는 경우, 저작권자의 서면 허가를 확보하였다.

(2) 원고 유형별 분량 및 제한

유형	본문 분량	초록유형	표/그림	참고문헌
Original Articles	≤ 4,000단어	Structured (250)	≤ 10	≤ 50
Review Articles	≤ 5,000단어	Narrative (250)	제한 없음	제한 없음
Systematic Reviews	≤ 5,000단어	Structured (250)	제한 없음	제한 없음
Case Reports	≤ 1,500단어	Narrative (150)	≤ 5	≤ 20
Image case	≤ 300단어	Not required	≤ 3	≤ 15
Letters to the Editor	≤ 500단어	Not required	≤ 2	≤ 5
Editorials	≤ 1,500단어	Not required	제한 없음	제한 없음

2) 원고 심사 (Peer Review Process)

(1) 초기 검토 (Initial Editorial Assessment)

제출된 원고는 먼저 편집 사무국(Editorial Office)에서 다음 사항을 검토한다.

- 제출 자료의 완전성
- 투고 규정 준수 여부
- JECCI의 범위 및 학술적 적합성

이 단계에서 수정 또는 보완이 필요한 경우, 저자에게 반환될 수 있으며, 수정이 완료된 이후에 심사가 진행된다.

(2) 동료 심사 방식 (Double-Blind Peer Review)

JECCI는 더블 블라인드 동료 심사(double-blind peer review) 방식을 채택한다.

저자와 심사자는 서로의 신원을 알 수 없으며, 모든 심사 과정은 공정성과 객관성을 원칙으로 한다.

저자는 투고 시 선호 심사자 및 비선호 심사자를 제안할 수 있으나, 심사자 선정의 최종 권한은 편집위원회에 있다.

(3) 심사 절차 (Review Procedure)

- 각 원고는 편집위원 1인 이상과 2~3인의 외부 전문가 심사자에 의해 평가된다.
- 심사자는 원고의 독창성, 학문적 의의, 방법론적 타당성, 결과 해석의 명확성, 임상적·교육적 가치 등을 종합적으로 검토한다.
- 편집인은 심사 의견을 종합하여 원고의 최종 처리 방향을 결정한다.

3) 심사 결과 및 결정 (Editorial Decision)

원고에 대한 결정은 다음 중 하나로 통보된다.

- Accept: 수정 없이 게재 승인
- Minor Revision: 경미한 수정 필요, 수정 원고는 60일 이내 제출해야 하며, 기한 초과 시 새로운 투고로 간주된다.
- Major Revision: 본질적인 수정 필요, 수정 원고는 180일 이내 제출해야 하며, 기한 초과 시 새로운 투고로 간주된다.
- Reject, Resubmission Allowed: 수정 후 재투고 가능, 원고는 새로운 투고로 처리되며, 주요 수정 사항이 반영되어야 한다.
- Reject, No Further Consideration: 게재 불가, 해당 원고는 더 이상 심사되지 않는다.

4) 수정 원고 제출 (Revised Manuscript Submission)

수정 원고를 제출할 때에는 다음을 반드시 포함해야 한다.

- 심사자 및 편집인의 모든 의견에 대한 항목별 답변서(Point-by-Point Response)

- 수정된 내용을 명확히 표시한 원고 파일(변경 표시 또는 설명 권장) 제출된 수정 원고는 필요에 따라 재심사(additional review)를 거칠 수 있다.

5) 심사 진행 상태 확인 (Manuscript Tracking)

저자는 JECCI 온라인 투고 시스템을 통해 원고의 심사 진행 상태를 확인할 수 있으며, 이를 통해 심사 결과를 확인할 수 있다.

VIII. 출판 비용 (Publishing Costs)

JECCI(Journal of Emergency and Critical Care Imaging)는 오픈 액세스 학술지로서, 원고의 접수, 심사 및 출판 과정에 소요되는 비용을 저자가 부담한다.

출판 비용에는 투고 관리, 동료 심사 운영, 편집 및 제작, 온라인 출판에 필요한 제반 비용이 포함된다. 출판 비용의 면제 또는 감면 여부는 편집위원회의 정책에 따라 제한적으로 검토될 수 있다.

IX. 문의처 (Contact Information)

JECCI 편집위원회

Editorial Office of the Journal of Emergency and Critical Care Imaging

- E-mail: seccipaper@secci.or.kr

X. 규정 개정 고지 (Amendments to the Instructions for Authors)

본 투고 규정은 JECCI 편집위원회의 정책 및 국제 학술 출판 기준의 변화에 따라 개정될 수 있다.

개정된 투고 규정은 JECCI 공식 웹사이트를 통해 공지되며, 투고 시점에 적용되는 최신 규정이 우선 적용된다.



Journal of Emergency and Critical Care Imaging
2025 / 창간호

발행일 : 2025년 12월 30일

발행인 : 박신률

발행처 : 응급중환자영상학회

주소 : 충청남도 천안시 서북구 두정로 236, 403-1호

홈페이지 : www.secci.or.kr

E-mail : seccipaper@secci.or.kr

디자인 : JE Sound

JECCI

Journal of Emergency and Critical Care Imaging

