トピックス >>> Ⅲ. 救急医療現場の診療スキルを活かす

1 2 3

point of care:現場で役立つ検査, 超音波等

2) point-of-care ultrasoundによるショックと呼吸困難の迅速評価—ABCアプローチに基づいた領域横断的活用—

要 旨

ベッドサイドで観察項目を絞って行う超音波検査は, point-of-care ultrasound (POCUS) と呼ばれる。POCUSは, ショックと呼吸困難を呈する緊急疾患の迅速な評価と介入に有用であり, ABC (airway, breathing, circulation) アプローチに基づいた領域横断的活用が妥当である。ベッドサイドでの迅速な評価及び医療資源の乏しい状況での正確な評価に有用で, 救急診療の質向上に寄与することができる。

〔日内会誌 108 : 2475～2480, 2019〕

亀田 徹

Key words point-of-care ultrasound (POCUS), ショック, 呼吸困難, フレームワーク, プロトコル

はじめに

領域別の系統的超音波検査法が確立し, 超音波の専門家によって質の高い超音波検査が行われるようになって久しい。一方, 直接診療を行う臨床医も, 超音波装置をベッドサイドに配置し, 自らの裁量で超音波検査を行ってきた。近年, 超音波装置の小型化が進み, 超音波検査は

臨床医にとってより身近な存在となった。臨床医が行う超音波検査の有用性に関する臨床研究が数多く実施され, エビデンスの集積が進んでいる。そのような過程で, 臨床医がベッドサイドで観察項目を絞って行う超音波検査は, point-of-care ultrasound (POCUS) と呼ばれるようになった¹⁾。少し前まで臨床医の超音波検査離れが問題視されていたが, POCUSの概念の普

安曇野赤十字病院救急科

Internal Medicine and Acute Medicine : Point-of-care Pitfall and Clinical Skill. Topics : Ⅲ. Make use of clinical skill in the acute medicine ; 3. Point of care: useful clinical examination and ultrasonography, 2) Rapid assessment of shock and dyspnea with point-of-care ultrasound—the transversal use based on ABC approach—.

Toru Kameda : Department of Emergency Medicine, Japanese Red Cross Society Azumino Hospital, Japan.

図1 正常例の頸部横断面像 (A) と食道挿管時の頸部横断面像 (B)

及により、救急医療に従事する臨床医が超音波検査を施行する機会が増えている。

本稿では、ショックや呼吸困難を生じる緊急疾患の評価に有用なPOCUSについて取り上げる。超音波検査を専門としない臨床医でも一定の訓練で習得可能で、日常業務で技能の維持が可能なPOCUSのフレームワークを提示し、実践的なフレームワーク活用法を提案する。

1. 緊急疾患の評価に有用なPOCUS

生体は、気道 (airway : A), 呼吸 (breathing : B), 循環 (circulation : C) という流れで酸素を全身に供給する生理機能によって維持される。それぞれの生理機能の破綻が生じると、生体は危機的状況に陥る。外傷初期診療²⁾と同様、特に緊急度の高い内因性疾患の場合には、ABCの順に評価 (バイタルサインと身体所見) と介入 (治療) を行っていくことが妥当である。この一連の診療手順にPOCUSを加えることで、より正確な評価と安全な介入を行うことができる。ここでは、生理機能の評価別に、ショックと呼吸困難を生じる緊急病態の評価と介入に役立つPOCUSについて述べる。

1) 気道の評価

気管挿管実施直後には、まず視診と聴診で

チューブの位置確認を行う。しかし、その正確性には限界があり、呼気二酸化炭素モニター等種々のデバイスを用いることが推奨されている³⁾。近年、気管挿管の確認に気道超音波が有用であることが多くの臨床研究で明らかになった。頸部食道内にチューブが存在すると、気管のように音響陰影を伴う像が描出され、double tract signと呼ばれる (図1)。また、チューブが気管を通過する様子を確認することもできる。2007～2017年までの17研究、1,595名 (食道挿管率15%) を対象としたメタ解析によると、気道超音波による気管挿管の診断精度については、感度98.7% (95%信頼区間97.8～99.2)、特異度97.1% (95%信頼区間92.4～99.0)、陽性尤度比34.4 (95%信頼区間12.7～93.1)、陰性尤度比0.01 (95%信頼区間0.01～0.02) であった⁴⁾。今後、この手法の重要性はますます高くなることが想定される。

2) 呼吸の評価

本邦では、1980年代に呼吸器病学における超音波検査の基礎が確立され、主に腫瘍や胸水の評価に利用されてきた。一方、今世紀に入ってから、POCUSによる気胸や心原性肺水腫の診断に関する臨床研究が数多く行われるようになり、救急・集中治療領域で普及が進んでいる。

気胸における超音波検査の有用性は、主に外

図2 心原性肺水腫の超音波像

リニアプローブ (A), コンベックスプローブ (B), セクタプローブ (C) で多発Bラインが観察される。
↓は胸膜ライン, *は肋骨, ●はBラインを示す。

傷診療で見出されてきた。外傷初期診療ではバイタルサインが不安定であることや脊椎損傷のリスクを考慮し、仰臥位で胸部X線撮影を施行せざるを得ない。その場合、少量から中等量の気胸はX線で捉えることができない (occult pneumothorax)。気胸の超音波診断は仰臥位で実施可能であり、臥位X線よりも感度が高いことが明らかになっている⁵⁾。超音波検査では壁側胸膜と臓側胸膜が接する部位は高輝度線状像として描出され、胸膜ラインと呼ばれる。気胸の超音波所見には、①胸膜ライン上で観察される壁側胸膜に対する臓側胸膜の動きを表すlung slidingの消失、②胸膜ライン上で捉えられる心拍動を表すlung pulseの消失、③胸膜ラインから深部に伸びる高輝度線状アーチファクトがないこと、④壁側胸膜と臓側胸膜が接する部分と接しない部分の境界点を表すlung pointの存在があり、それらを組み合わせて診断する⁶⁾。

心原性肺水腫は、胸膜ラインから減衰せずに画面の最深部まで伸びる高輝度線状アーチファクトであるBラインを用いて評価される^{6,7)}。Bラインは、臨床的に小葉間隔壁や臓側胸膜直下の液体貯留や炎症性変化により生じるとされているが、病理学的な観点からは解明されていない⁷⁾。プローブを体幹の長軸方向に置き、Bラインが1肋間に3本以上観察される場合には多発Bラインと定義される⁶⁾ (図2)。心原性肺水腫で

は、広範に多発Bラインが観察され、特に慢性閉塞性肺疾患の急性増悪や気管支喘息発作との鑑別に有用である⁷⁾。ただし、この所見は、急性呼吸窮迫症候群、間質性肺炎ならびに肺線維症等でも観察されることに留意が必要である。救急・集中治療領域では、広範に多発Bラインが観察される疾患群は、(diffuse) sonographic interstitial syndromeと呼ばれる⁶⁾。

以前から、ベッドサイドで超音波検査による血胸や胸水の評価は行われてきた^{2,7)}。胸水の評価では、仰臥位X線よりもPOCUSの方が診断精度は高いことが明らかにされている⁸⁾。

3) 循環の評価

(1) 心臓

エビデンスに基づき、循環器を専門にしない臨床医でも施行可能なfocused cardiac ultrasound (FOCUS) という概念が提示された。FOCUSでは目測が重視され、主に①左室サイズと収縮能、②右室拡大、③心膜液貯留、④下大静脈径と呼吸性変動を評価する⁹⁾。ショックや呼吸困難を呈するような左室収縮不全、肺塞栓症、心タンポナーデならびに循環血液量減少の評価に有用性が高い。下大静脈径と呼吸性変動は簡便な循環動態の指標であり、一般に、前三者では拡張し呼吸性変動は乏しくなるが、後者では虚脱するため、他のFOCUS所見と組み合わせて評

価する指標として適している。

(2) 腹部

内因性腹腔内出血の検索においても、外傷初期診療で行われるfocused assessment with sonography for trauma (FAST)の手法が有用である²⁾。FASTでは、モリソン窩、脾周囲ならびに膀胱周囲の液体貯留の有無を迅速に評価する。また、後腹膜・腹腔内出血の原因となる腹部大動脈瘤についても、POCUSの診断精度は非常に高いことが明らかになっている。7研究、症候性腹部大動脈瘤が疑われた655例(有病率23%)を対象としたメタ解析によると、径30 mm以上の腹部大動脈瘤の検出について、感度99% (95%信頼区間96~100%)、特異度98% (95%信頼区間97~99%)と精度は非常に高いことが示されている¹⁰⁾。POCUSは、敗血症性ショックの原因になり得る急性胆嚢炎や感染性水腎症の評価にも有効である¹¹⁾。

(3) 下肢静脈

POCUSにおける下肢深部静脈血栓症の検索は、一般に総大腿静脈と膝窩静脈の圧迫走査に限定され、2点超音波(2-point ultrasonography)とも呼ばれる。この手法では、下腿に局限した深部静脈血栓は検出できないが、超音波検査を専門としない臨床医が、下肢腫脹を生じるような症候性深部静脈血栓症を迅速に診断するのに有効である¹²⁾。また、急性肺塞栓症が疑われる場合に、2点超音波で血栓が見つければ、急性肺塞栓症の可能性が非常に高くなる¹³⁾。

2. ABCアプローチに基づいた領域横断的活用

POCUSでは、ショックのプロトコル¹⁴⁾と呼吸困難のプロトコル¹⁵⁾が別々に提案されてきた経緯がある。しかし、POCUSの対象となる疾患・病態では、ショックと呼吸困難双方の症候を呈する場合も少なくない。また、プロトコルが複数あると、混乱が生じる可能性も考慮される。ここでは、ABCアプローチに基づき、ショック

と呼吸困難双方で利用可能なフレームワークを提示する(図3)。

ショックと呼吸困難で気管挿管が必要と判断された場合には、気管挿管実施直後に気道超音波で食道挿管ではないことを確認する。

次のステップは、病歴・バイタルサイン・迅速に取得した身体所見による診断推論に基づく。診断推論で特定の疾患・病態の可能性が高ければ、その病態の検出に適したPOCUSを優先する。例えば、突然の背部痛及びショック状態で、頸静脈怒張あり、呼吸音に問題がなければ、肺超音波よりも先にFOCUSを施行し、大動脈解離による心タンポナーデの有無を評価する。また、突然の腹痛及びショック状態であれば、腹部超音波を優先し、腹腔内出血と腹部大動脈瘤の有無を評価する。

もし病歴・バイタルサイン・身体所見による診断推論だけで判断が難しい場合には、このフレームワークをプロトコルとして使用する。ショックの場合は順次、肺超音波、FOCUS、腹部超音波を行い、肺塞栓症が疑われる場合は、さらに下肢2点超音波を追加する。呼吸困難の場合は順次、肺超音波、FOCUSを行い、必要に応じて、下肢2点超音波を追加する。プロトコルに沿ってPOCUSを行う過程でショックや呼吸困難の直接原因となる疾患・病態が見つければ、その時点でPOCUSを終了すればよい。このABCアプローチに基づけば、領域横断的にPOCUSを行うことになる。1つの領域のPOCUSよりも、領域横断的にPOCUSを行った方が診断精度は向上するケースがある^{7, 13)}。

なお、ショックや呼吸困難の評価に簡略化された超音波検査であるPOCUSを活用する場合、注意しなければならない点がいくつかある。POCUSの対象となる部位に基礎疾患がある場合、得られた所見が慢性的な変化か、ショックの直接原因かについて、的確な判断が求められる。また、慢性的な変化があることで、その病態特有の変化が生じない場合もある。さらに、

主訴	ショック	呼吸困難
A	【気道超音波】 double tract sign なし：気管挿管, double tract sign あり：食道挿管	
B	【肺超音波】 lung sliding なし：(緊張性) 気胸 広範多発Bライン：sonographic interstitial syndrome (心原性肺水腫 等) 胸腔液体貯留：血胸, 胸水, 膿胸	
C	【心臓超音波：FOCUS】 収縮能低下：収縮不全, 過収縮：循環血液量減少・初期敗血症 心膜液貯留：心タンポナーデ 右室拡大：肺塞栓 下大静脈虚脱：循環血液量減少, 下大静脈拡大：収縮不全, 心タンポナーデ, 肺塞栓	
	【腹部超音波】 腹腔液体貯留：腹腔内出血 腹部大動脈拡大：動脈瘤破裂 胆嚢腫大・壁肥厚：急性胆嚢炎 腎盂拡大：感染性水腎症	
	【下肢2点超音波】 圧縮不良：深部静脈血栓症	

図3 ABCアプローチに基づいたpoint-of-care ultrasound (POCUS) のフレームワーク

ショックや呼吸困難の原因となる病態が複数併存する可能性もある。最終的には、POCUS所見に依存するのではなく、POCUSを含めた診断推論が重要になることは言うまでもない。

おわりに

緊急疾患におけるPOCUSは、ベッドサイドでの迅速な評価及び医療資源の乏しい状況での正確な評価に有用であり、救急診療の質向上に寄与することができる。また、POCUSを各診療科の垣根を越えて共通の基盤にすることができれ

ば、診療科間の円滑な協働につながり、救急診療をより効率的に展開できる可能性もある。将来、POCUSは、病歴・身体所見に並ぶ基本的な技能に位置付けられる可能性があり、卒前教育にも組み込まれていくことが想定されている。現状を鑑みるに、まずは学会レベルでの卒後教育・普及活動を通じて、本邦におけるPOCUSのレベルの底上げが望まれる。

著者のCOI (conflicts of interest) 開示：亀田 徹；原稿料 (医学書院)

文 献

- 1) 亀田 徹：急性期診療におけるPOCUSの現状と展望. Jpn J Med Ultrasonics 46 : 5-15, 2019.
- 2) 日本外傷学会外傷初期診療ガイドライン改訂第5版編集委員会編：外傷初期診療ガイドラインJATEC. 改訂第5版, へるす出版, 東京, 2016.
- 3) 日本蘇生協議会監修：気道と換気, JRC蘇生ガイドライン2015. 第1版, 医学書院, 東京, 2016, 53-61.
- 4) Gottlieb M, et al : Ultrasonography for the confirmation of endotracheal tube intubation : a systematic review and meta-analysis. Ann Emerg Med 72 : 627-636, 2018.
- 5) 亀田 徹, 他：外傷性気胸の超音波診断—FASTからEFASTへ—. 日救急医会誌 23 : 131-141, 2012.
- 6) Volpicelli G, et al : International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. Intensive Care Med 38 : 577-591, 2012.
- 7) 亀田 徹, 他：Bラインを用いたpoint-of-care超音波による心原性肺水腫の評価. Jpn J Med Ultrasonics 45 : 125-135, 2018.
- 8) Zanobetti M, et al : Can chest ultrasonography replace standard chest radiography for evaluation of acute dyspnea in the ED? Chest 139 : 1140-1147, 2011.
- 9) Via G, et al : International evidence-based recommendations for focused cardiac ultrasound. J Am Soc Echocardiogr 27 : 683. e1-33, 2014.
- 10) Rubano E, et al : Systematic review : emergency department bedside ultrasonography for diagnosing suspected abdominal aortic aneurysm. Acad Emerg Med 20 : 128-138, 2013.
- 11) Kameda T, Taniguchi N : Overview of point-of-care abdominal ultrasound in emergency and critical care. J Intensive Care 4 : 53, 2016.
- 12) Pomero F, et al : Accuracy of emergency physician-performed ultrasonography in the diagnosis of deep-vein thrombosis : a systematic review and meta-analysis. Thromb Haemost 109 : 137-145, 2013.
- 13) Da Costa Rodrigues J, et al : Diagnostic characteristics of lower limb venous compression ultrasonography in suspected pulmonary embolism : a meta-analysis. J Thromb Haemost 14 : 1765-1772, 2016.
- 14) Perera P, et al : The RUSH exam : Rapid Ultrasound in SHock in the evaluation of the critically ill. Emerg Med Clin North Am 28 : 29-56, 2010.
- 15) Lichtenstein DA, Mezière GA : Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure : the BLUE protocol. Chest 134 : 117-125, 2008.