



救急領域におけるタブレットエコーの活用術

近年、タブレット型エコーの登場によりベッドサイドで診療医が直接、ポイントを絞って検査をするPoint of Care Ultrasound (以後POCUS)が救急や集中治療領域を中心に、領域横断的に活用されるようになってきております。2022年に日本救急医学会から発刊された「救急point-of-care 超音波診療の指針」を踏まえて、救急領域での幅広いPOCUS活用方法を、福井県立病院救命救急センター医長の瀬良先生にお話いただきました。



福井県立病院
救命救急センター 医長

瀬良 誠 先生

はじめに：タブレットエコーのイメージについて

タブレットエコーは、通常検査室などで使用しているハイエンド機やHand-carried機の超音波診断装置と比べて、軽量で低コストですが、低画質・低機能といったデメリットを感じている方々も多いと思います。今回は、このタブレットエコーのマイナスのイメージを一気に払拭できる内容になっていると思っております。

救急 point-of-care 超音波診療指針について

2022年に日本救急医学会より、日本初のPOCUS診療指針が出ております。これは救急科専門医のPOCUSの到達目標となっており、必要時に実施できる主項目(表1)と、今後重要性が高まる付加項目(表2)があります。こちらの診療指針の項目に沿ってさまざまな病態を見ていきたいと思っております。

表1.救急科専門医 POCUS 到達目標:主要項目(必要時に実施できる)

基礎	①音響工学、②プローブの取り扱いと画像表示、③装置本体の取り扱いと画像の適正化、④アーチファクト、⑤医療安全
上気道	①正常、②気管・食道挿管
胸部	①正常、②気胸、③肺水腫、④肺炎・無気肺、⑤胸水・血胸
心臓	①正常、②左室収縮能低下、③右室拡大(肺血栓塞栓症)、④心嚢液(タンポナーデ)、⑤循環血液量減少、⑥心腔内腫瘍(血栓、疣腫、腫瘍)、⑦慢性変化(心房・心室拡大、壁肥厚、高度弁膜症)
腹部	①正常、②腹腔内液体貯留(出血、腹水)、③急性胆嚢炎、④腹部大動脈瘤、⑤尿管結石(水腎症)
深部静脈	①正常、②下肢深部静脈血栓症(2部位法による評価)
ガイド下手技	①中心静脈穿刺、②末梢静脈穿刺、③動脈穿刺、④心嚢穿刺、⑤胸腔穿刺、⑥腹腔穿刺
症候別評価	①ショック、②呼吸困難、③外傷(FAST, EFAST)、④心停止

表2.救急科専門医 POCUS 到達目標:付加項目(今後重要性が高まると想定)

上気道	①輪状甲状靭帯同定
胸部	①非心原性肺水腫(ARDS)
心臓	①急性冠症候群、②急性大動脈解離(上行大動脈)
腹部・生殖器	①急性大動脈解離(腹部)、②腸重積症(小児)、③腸閉塞、④急性虫垂炎、⑤急性陰嚢症、⑥正常妊娠
皮膚軟部組織・運動器	①骨折、②関節液、③腱・靭帯損傷
ガイド下手技	①神経ブロック(大腿神経、遠位坐骨神経、腕神経叢、橈骨・正中・尺骨神経)

表1、2:日本救急医学会「救急point-of-care 超音波診療の指針」

運動器：肘内障

1歳6か月のお子さんが主訴肩関節脱臼で救命救急センターに来院されました。よくこの主訴で来院されますが、この年齢で肩関節脱臼とは考えにくく、手や腕を動かすことができない状態でしたので病歴から肘内障を疑い、整復しております。整復後の評価として研修医の先生の中には、腕を前後に動かすだけの確認をしている場合もあるようですが、本当はものを掴む動作ができるかどうか 중요합니다。また、整復後に痛みを主張する患者様もいますので、エコーなら客観的に整復されていることを確認できます。これもエコーのよい部分といえます。肘内障では、回外筋が関節内に入り込んでいるJサインが重要なエコー所見となります。また、健側との比較をすることも治療の成果を確認するポイントになります(図1)。

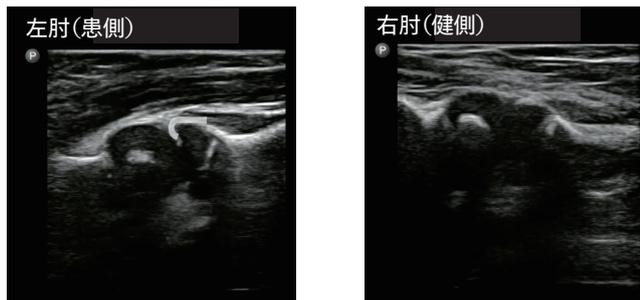


図1：肘内障のエコー画像(左：患側、右：健側)

ガイド下手技：末梢静脈路確保

末梢静脈路確保が難しい場合のエコー使用時のポイントをお話します。まず、エコーで深さ1 cmより浅い血管を探します。エビデンスでは、1.6 cmを超えると成功率が0%になる報告(図2-1)や血管の深さが1.2 cmを超えると点滴の維持率が12時間で50%以下になってしまうという報告があります(図2-2)。また、血管径も関係しており、血管径が5 mmを超えたら成功率が高くなります(図2-1)。ただ、末梢静脈路の確保が難しい患者様は血管径が小さいことが多いです。そのほかに考慮すべきこととして、穿刺針の長さがあります。私は22 Gを使用することが多いのですが、針の長さが25 mmで血管の中に1 cm留置すると考えても、深さ1 cmまでの血管がターゲットの限界となります。

	Success Rate
Vessel diameter (cm)	
≤0.3	24/43 (56%)
>0.3-0.4	56/88 (64%)
>0.4-0.5	45/73 (62%)
>0.5-0.6	17/20 (85%)
>0.6	11/12 (92%)
Vessel depth (cm)	
≤0.2	4/6 (67%)
>0.2-0.4	20/31 (64%)
>0.4-0.6	35/49 (71%)
>0.6-0.8	26/41 (63%)
>0.8-1.0	26/39 (67%)
>1.0-1.2	17/28 (61%)
>1.2-1.4	17/22 (77%)
>1.4-1.6	8/12 (67%)
>1.6	0/8 (0%)

Values represent the number of successful IVs placed by category. The calculated proportion is in parentheses.
US = ultrasound.

図2-1：血管の深さと直径におけるUSガイド下静脈注射の成功率(*1)

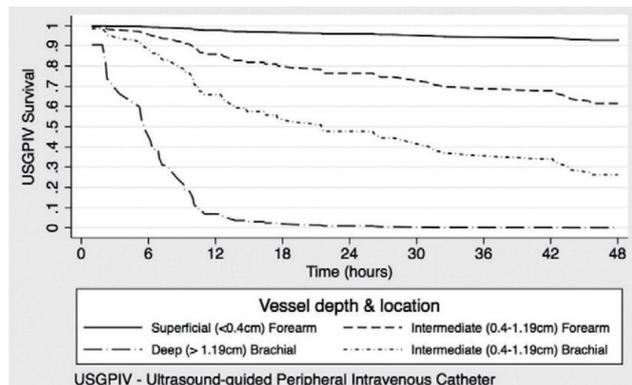


図2-2：点滴保持率と時間の関係(*2)

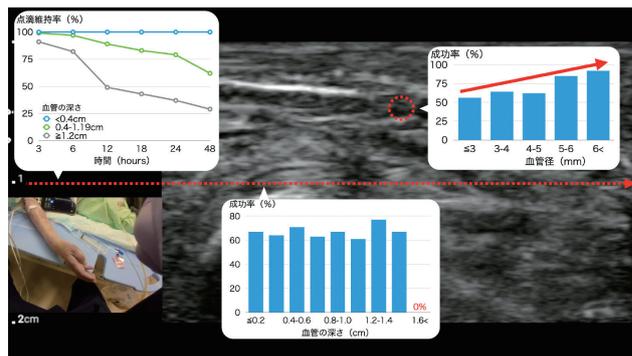


図2-3：末梢静脈路確保について(先生のスライド)

深部静脈：

深部静脈血栓(図3)の確認は、カラードブラや圧迫の方法があります。圧迫による確認だけでも感度96.5%、特異度96.8%となる報告(*3)がありますので、私は基本的に圧迫だけで確認することが多いです。どのくらい圧迫すべきかと質問をよくいただくのですが、並走する動脈を半分になるくらい圧迫しても対象の静脈がつぶれない場合を血栓ありと評価します。どの血管を見ていくかという点では、総大腿静脈と膝窩静脈の2-pointで見ていくことが多いと思います。それは、2-pointで確認することが3-pointで確認する場合と同等レベルの感度、また、特異度があるだけでなく、DVT発生率もwhole-leg(検査室で行うような全ての血管を確認する方法)と大きな差がないからです(*4,5)。それでも2-pointですと見落としする可能性がありますので、私の場合は各pointの前後5 cmくらいの血管を見るようにしています。つまり、2-areaで見るようにすると見落としが少なくなると考えています。DVTの実臨床では、Wellsクライテリア ≤4+D-dimer陰性にエコーを追加することで、偽陰性が1.9%から約半分の0.8%以下になるという報告(*6)もありますので、是非この3つでDVTを考えてみるのがよいと思っています。また心エコーを行い、右室負荷所見を認めて肺塞栓症を疑う際に、近位下肢のDVTを確認できれば特異度96%と非常に高いため自信を持って造影CTをすることができます(*7)。

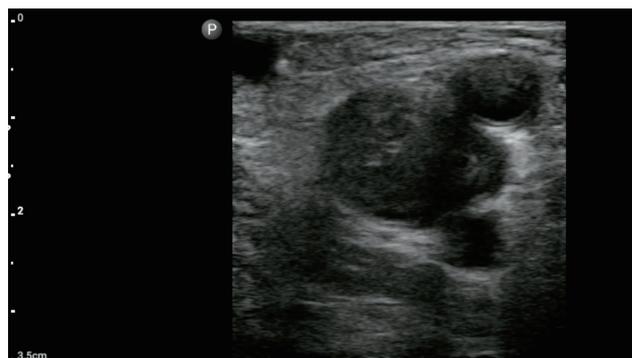


図3：左下肢深部静脈血栓(左大腿部)

症候別評価：呼吸困難

呼吸困難の診断精度でエコーが関わる役割について見ていきます。気胸に関しては、エコーでの診断よりもCTを含む標準的診療の方が感度は高いですが、急性冠症候群・肺炎・胸水・心嚢液では、エコーを使っても使わなくても診断精度はそれほど変わらないという報告があります(*8)。しかし、これらのクリティカルな疾患は、診断までの時間が非常に重要であり、エコーを使用すると診断時間が24±10分で、標準的診療の186±72分に比べて圧倒的に短時間で診断できるという報告もあります(*8)。さらに院内急変の患者様ではエコーを活用した場合、診断までの時間が短縮でき、標準的診療で加療されるより死亡率が低いという結果に繋がっているとの報告(*9)があります。この点からもエコーを実施することは非常に重要だといえます(図4)。

心不全：B-line

皆さんは、心不全についてどのように診断されていますでしょうか。病歴・身体所見・心電図・胸部レントゲンでの評価では心不全の44%は診断がはっきりしないという報告があります。その点を注意するためにも、エコー検査が重要になります。心不全のエコー所見の中には肺エコーのB-lineがあります。前胸部にエコーを当てて垂直方向に出現するアーチファクトをB-lineといいます。B-lineが出る時、肺は「Wet」状態にあるといえ、心不全や肺炎などを疑います。私は、心エコーも同時に実施することが多いのでセクタプローブで実施しています。B-lineの数は、1肋間に3本以上見えていると異常所見としてカウントします。しかし、実際に検査をしてみるとB-lineは何本あるのかわかりにくいことがあります。その点、LumifyではB-lineのAutoカウント機能(図5)が付いていますので非常に便利です。特に治療効果の判定で時系列変化を見ていくのには、非常に有用だと思います。そのほか、胸水貯留、EF≤40%、IVC>2cm+虚脱率<50%の条件を満たすと特異度97.6%(*10)と非常に高いので、心不全を疑う際には、これらの項目を活用していただきたいです(*11)。

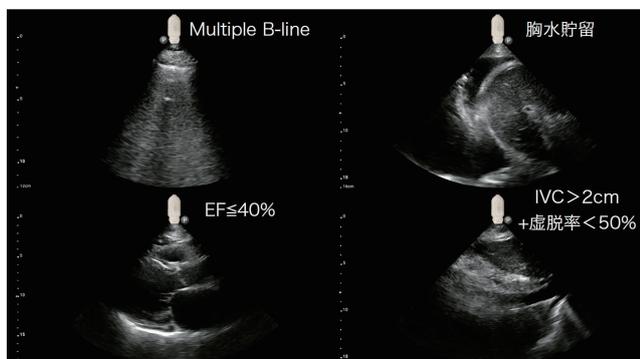


図4: 心不全のエコー所見における重要項目(*10)

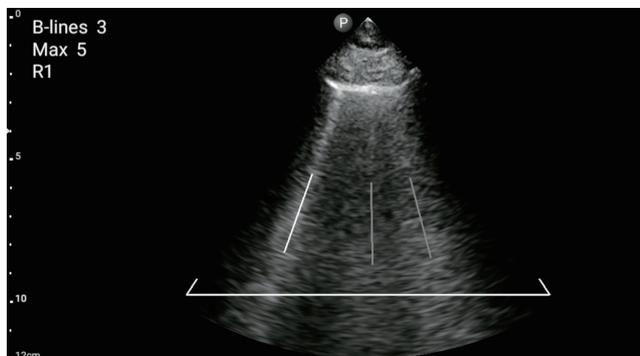


図5: Lumify B-line Autoカウンティング機能

症候別評価：心停止

エビデンスはまだ少ないですが、私は心肺停止の原因検索や自己心拍再開予測の目安、リズムの確認などにエコーの有用性を感じ、積極的にエコーを使用しています。心停止(蘇生)エコーの確認所見としては、4つ

覚えておくのと臨床で役立つと思います。忘れやすいので、私は頭文字をとってSACsと覚えています。これは主に心臓の周りを観察します(図6)。その中でも、蘇生可能な原因を探していくことが大切になります。特に、モニタ波形が出るが脈が触れない無脈性電気活動(PEA)のときには、4H&4Tの鑑別が必要になります(図7)。その中でも循環血液量減少、心タンポナーデ、緊張性気胸、血栓症(特に肺血栓塞栓症)の鑑別がエコーの役割として重要です。

心停止(蘇生)エコー確認所見

S: Shockable rhythm (VF/pVT)

A: Cardiac Activity (心収縮の有無)

C: Reversible Cause (蘇生可能な原因)

S: Compression Site (胸骨圧迫部位)

図6: 心停止(蘇生)エコー確認所見

4H	4T
Hypovolemia(低酸素)	Toxins(中毒)
Hypoxia(循環血液量減少)	Tamponade-cardiac(心タンポナーデ)
Hyper-/Hypokalemia, metabolic(高/低カリウム血症、アシドーシス)	Tension PTX(緊張性気胸)
Hypo-/Hyperthermia(低体温/高体温)	Thrombosis-coronary or pulmonary(血栓症-冠動脈/肺動脈)

図7: 4H&4T(*12)

上気道：

気管挿管は、救急外来で頻繁に実施する確実な気道確保になります。そのため気管挿管後に食道挿管となっていないことを確認することが特に大切です。確認する際に聴診器や食道検知器、EtCO₂モニターで確認することがあると思いますが、これらの特異度は高いものの感度はさほど高いとはいえません(図8)。特に心肺蘇生患者に対してはさらに感度が低下するという結果が出ています。そのため私は、エコーが重要だと思っています。エコーでは、リアルタイムで挿管チューブが気管内に留置されることを見ることができますし、確認自体は17秒でできるといわれていますが、私の経験上、慣れてしまえば10秒以内で実施できると思います(*14)。さらにエコー以外のデバイスではたとえ食道挿管されていたとしても換気しないと確認することができませんがエコーではその必要もありません。

	感度(%)	特異度(%)
聴診器	89.3	100
	92.6	88.9
食道検知器	98.2	100
	67.9	100
EtCO ₂	94.6	100
	75.3	88.9

図8: 気管挿管確認に関する感度・特異度(上段: 非心肺蘇生患者、下段: 心肺蘇生患者)(*13)
上: 聴診器、中: EtCO₂、下: 食道検知器

まとめ：

主要項目の中の腹部について、今回は割愛しました。理由としては、皆さん腹部は見慣れておられると思いますし、どの超音波機器を使ってもそれなりに見ることができるからです。それ以外の部分で、Lumifyはどのくらい対応できるのかが皆さんにとって興味のある部分だったのではないのでしょうか。結論としては、Lumifyの特長である3本のプローブがあれば、主要項目のほとんどが検査可能ですし、付加項目も結構検査できます。「救急point-of-care 超音波診療指針」のほとんどをカバーできると体感できました。

Q & A

Q:エコーのトレーニングについて

A:最低限FASTだけでも実施できるように、初期研修医の先生には2か月に1回の頻度で後期研修医の先生にレクチャーをしていただき、ハンズオンを実施しています。もちろん、臨床現場においてもサポートをしながら学んでもらっています。

看護師には、具体的なトレーニングは実施していません。

Q:タブレットエコーと据え置きエコーの使い分けについて

A:携帯性の部分で使い分けをしています。どこで検査をするのかがポイントになります。例えば、病院外で検査をしなくてはならないケースや、病棟の狭い場所で実施する場合などはタブレットエコーが重宝しています。使いやすさは、実臨床で是非検証してみてください。

画像集：



左大腿骨頸部骨折



肘内障：J sign



左下肢深部静脈血栓



肺エコー：B-line



心嚢液貯留



右室±右房拡大



心膜脂肪織



大動脈解離：弓部のフラップ



心嚢血腫



下行大動脈のフラップ

参考文献：

- *1: Acad Emerg Med. 2009 Dec;16(12):1298-1303.
- *2: Am J Emerg Med. 2012 Sep;30(7):1134-40.
- *3: Ann Emerg Med. 2015 Jun;65(6):699-701.
- *4,5: Medicine. 2019;98(22):e15791.
J Emerg Med. 2022 Sep;63(3):348-354.
- *6: JAMA. 2020 Nov 3;324(17):1765-1776. Ann Intern Med. 1998 Dec 15;129(12):997-1005. Acad Emerg Med. 2017 Mar;24(3):270-280.
- *7: J Thromb Haemost. 2016; 14:1765-72.
- *8: Chest. 2017 Jun;151(6):1295-1301.
- *9: Crit Care. 2021 Jan 22;25(1):34.
- *10: Cardiovasc Ultrasound. 2017 Jun 19;15(1):16.
- *11: Acad Emerg Med. 2016 Mar;23(3):223-242
- *12: 2014 Jun;85(6):749-56.
- *13: Anesth. Analg. 1986 Aug;65(8):886-91. Anaesthesia. 1989 Dec;44(12):984-5. Anesthesiology. 1990 May;72(5):828-33. Resuscitation. 2003 Feb;56(2):153-7.
- *14: Can J Anaesth. 2015 Apr;62(4):413-23. West J Emerg Med. 2014 Nov;15(7):834-9.

製造販売業者

株式会社フィリップス・ジャパン

〒106-0041 東京都港区麻布台1-3-1
麻布台ヒルズ森JPタワー15階

お客様窓口 0120-556-494

03-4334-7637

受付時間 9:00～18:00(土・日・祝祭日・年末年始を除く)

www.philips.co.jp/healthcare

改良などの理由により予告なしに意匠、仕様の一部を変更することがあります。あらかじめご了承ください。詳しくは担当営業、もしくは「お客様窓口」までお問い合わせください。記載されている製品名などの固有名称は、Koninklijke Philips N.V. またはその他の会社の商標または登録商標です。

©2024 Koninklijke Philips N.V.



販売名：超音波画像診断装置 Lumify

医療機器認証番号：302AFBZX00043000

特定保守管理医療機器

管理医療機器



※Lumifyの製品詳細につきましては、上記二次元コードよりご参照いただけます。

2484526
0724PDF01-TP Printed in Japan