PHILIPS

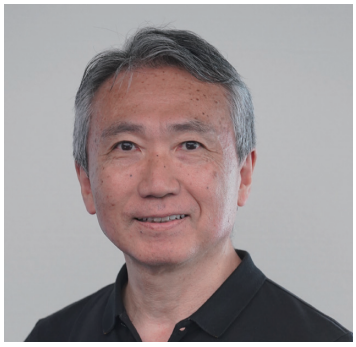
Healthcare

Lumify

院内でのタブレットエコーの活用と教育について

Rapid Response System（RRS）におけるタブレットエコーの役割を中心に

近年、医療現場におけるタブレットエコーの導入が進み、診療の質の向上や迅速な対応が求められる場面での活用が注目されています。特にRRS（Rapid Response System）においては、タブレットエコーが迅速な診断と治療方針の決定に大きな役割を果たしています。今回は、院内での効果的なタブレットエコーの活用方法とその教育について野村先生にお話しいただきました。



徳洲会　周術期医療地域支援室　室長
聖マリアンナ医科大学 救急医学　客員教授

野村 岳志 先生

はじめに

RRT（Rapid Response Team）やRRS（Rapid Response System）は多くの病院で活動・活用されております。病棟での「呼吸数が多い」や「血圧が不安」、「脈が徐々に頻脈になっている」などそのときに病棟に赴いて判断に悩むときはありませんか。ICUへの搬送やICUが満床な場合など、悩みが倍増すると思います。そのときに少しだけエコーを活用してPOCUSを実施する習慣をつけてください。今回の内容を読んで少しでもエコーを持って病棟に行きたいと思うことを願ってお話しをさせていただきます。

2011年の二つの革新

2011年2月にPOCUS[1]が、7月にRRT[2]の概念が提唱されました。POCUSとRRTは双子の兄弟のようなものです。そして、どちらも瞬く間に患者医療に広まっていきました。ただし、お互いの個性があるため手に手を取り合って広がったわけではありませんが、二つには大きな共通点があることも忘れないでください。

POCUSについて

POCUSの定義は、患者病態に不安があるとき、その答えを見つけるため、また治療の方向性を決定するための目的をもった検査です。その点でも検査室などで行われる検査とは大きく違いがあります。そしてPoint-of-Careの意味には「心配の場所」という意味があるのも覚えていてください。POCUSは、心配を解決する手法なのです。主な目的は、短時間に目的を絞って検査をすることになります。明瞭な画像を描出するということは必要なく、「短時間に病態を判断できる画像を描出して患者治療の方向性を判断する」ことが重要になります。

RRS（Rapid Response System）について

コードブルーは、対応が数分遅れるだけで生死に関わる状況になるのに対し、RRTはそのような病態に陥る前の患者様に対応します（図1）。一般的にコードブルーが起こる6〜7時間前に何らかの異常を示すといわれています。そして必要に応じてICUに搬送します。そのため、RRTコールとなった患者様の死亡率は低くなります。言い換えると、死亡率が低くないとRRTの活動が悪いということになります。RRSの起動基準は、生理的な基準の変化だけでなく、医療従事者の「不安」で起動できることも大きな特徴です（図2）。その他、NEWS2スコア（図3）や海外では患者様の家族によるRRTの起動もあるため、今後、日本でもそのような動きが実施されるかもしれません。

院内救急対応とRRTの違い　N Engl J Med 2011;365:139-46.

	救急コール（コードブルー等）	Rapid Responce Team コール
チーム起動	意識なく、脈・呼吸なし	血圧低下、頻脈、呼吸数増加、意識変容
対策疾患	心停止、呼吸停止、気道閉塞	敗血症、肺水腫、不整脈、呼吸不全、アナフィラキシー
チーム構成	救急部・ICU医師、麻酔科医師、内科医師、看護師	ICU医師、看護師、呼吸療法士内科医師など
呼び出し回数（回／1000入院患者）	0.5〜5	20〜40
院内死亡率（%）	70〜90	0〜20

図1　院内救急対応とRRTの違い[3]

院内救急システム（RRS）起動基準
医療安全全国共同行動

①心拍 HR<40 または >130 bpm	④経皮酸素飽和度 SpO_2<90%
②収縮期血圧 SBP<90 mmHg	⑤意識の変容
③呼吸回数 RR<8 または >28 回／分	⑥尿量の低下 <50 ml/ 4 hr
⑦上記以外でなんか変、心配である	

図2　院内救急システム（RRS）起動基準医療安全全国共同行動

Rapid Response Team 要請基準の1例

Triggering Criteria（起動基準）

- □ 患者について心配なことがある
- □ 呼吸数≦8回/分
- □ 呼吸数≧28回/分
- □ SpO_2≦90%
- □ 収縮期血圧≦90mmHg
- □ 心拍数≦40回/分
- □ 心拍数≧130回/分
- □ 尿量≦50ml/4時間
- □ 意識レベルの変化

上記のいずれか新たに出現した場合、NEWS2スコアチェック

NEWS2スコア

生理学的指標	3	2	1	0	1	2	3
呼吸数(回/分)	≦8		9-11	12-20		21-24	≧25
SpO2(%)	≦91	92-93	94-95	≧96			
酸素使用		あり		なし			
収縮期血圧(mmHg)	≦90	91-100	101-110	111-219			≧220
脈拍(回/分)	≦40		41-50	51-90	91-110	111-130	≧131
意識				覚醒			CVPU
体温(℃)	≦35.0		35.1-36.0	36.1-38.0	38.1-39.0	≧39.1	

意識のCVPUは、C（新しく出現した混迷）、V（呼びかけに反応）、P（痛み刺激に反応）、U（反応なし）

NEWS2スコア合計点 7点以上および単独指標3点は、RRT コール

図3　RRT要請基準の1例

RRTでのPOCUSの有用性について

POCUSでは、病態の判断や初期治療までの時間短縮、またそれにより病棟で発症しかけている重篤な病態をもつ患者様の生存率を高くできるのではないかという報告があります[4]。例えば、ショックの状態、またはショックに進行中の病態でPOCUSは非常に役立ちます。心臓の機能障害や循環血液量の減少、血液分布異常などが起きた際にPOCUSを使用するとショックの原因を確認することができます。特に血圧が下がっている患者様に急速輸液の必要があるかなどの判断はすぐにできます。

POCUSによる心臓の観察

私は、座位でも仰臥位でも心窩部よりアプローチします（図4）。POCUSは多くの観察メリットがあり、すぐにショックの治療に繋げることができるのが心窩部からのアプローチとなります（図5）。また、あまりRRTでは使用しないかもしれませんが、傍胸骨左室長軸像からプローブを90度時計回転すると、左室短軸像が描出できます。この断層では、右心系の拡大が容易に観察できます。また、左右の心室の大きさを比較するには心尖部四腔像も有用です。ただ、頻呼吸の患者様の場合、胸隔膜が呼吸とともに動くため描出には向かないのでご注意ください。POCUSでの評価項目に関しては、心室のサイズ、心膜液有無、下大静脈（IVC）の大きさや呼吸性変動（図7-1）などが重要になります（図6）。IVCの拡張と呼吸性変動がなくなる（図7-2）と閉塞性や心原性ショックを疑います。この場合は、ショックだからといって急速輸液を行うと病態が悪化するため注意が必要です。IVC径が拡大（25 mm程度）でも問題がない場合もあるため、呼吸性変動の確認が重要です。また逆にIVCが虚脱している場合（図7-3）、輸液のスペースがあり血圧低下や頻脈などがあれば急速輸液（1000 ml程度）を実施してください。その後、IVCを再度観察して経時的変化を見ることが重要です。その他、腹壁が厚い、または食事直後に横隔膜が押し上げられて心窩部からのアプローチが難しい場合は、傍胸骨左室長軸像の観察に切り替えることをお勧めします。繰り返しになりますが、POCUSは、明瞭な画像にこだわる必要はなく、病態変化が後から非常にわかりやすくなるため、どのような画像でも必ず録画することをお勧めします。

まずは心窩部から観察

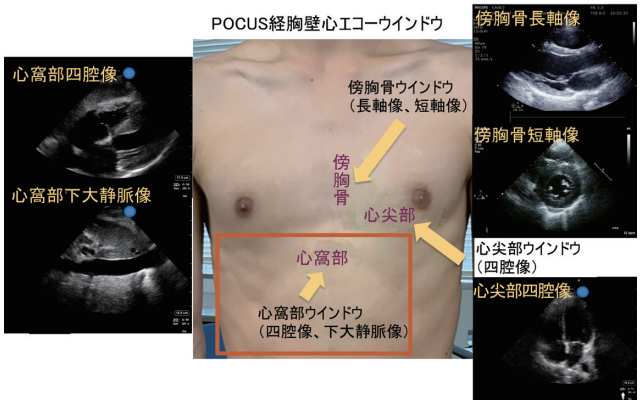


図4　POCUS経胸壁心エコーウインドウ

心窩部からの観察のメリット

①体位変換をする必要がない	⑤下大静脈像で血管内容量の観察可能
②座位、半座位の患者様では観察良好	⑥心膜液（心嚢液）貯留もすぐに把握可能
③頻呼吸の患者様でも呼吸性障害が少ない	⑦心臓の変移も把握可能
④四腔像で大まかな心機能評価可能	⑧右室負荷の推察可能

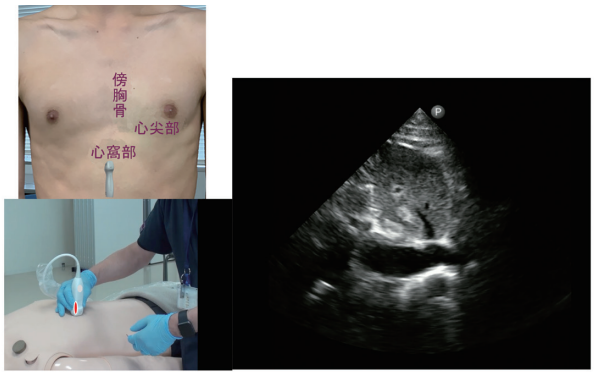
図5　心窩部からの観察のメリット

POCUS-TTEでの定性的評価

観察部位	評価項目	所見
左室	内径	小さい・正常・明らかに拡大
	収縮能	正常・過収縮・高度低下
	収縮パターン	局所壁運動異常の有無
右室	内径	正常・拡大（右室>左室）
心膜液	有無	心膜脂肪・胸水・腹水との鑑別
下大静脈	内径	小さい・呼吸性動的変化
左心系弁逆流	大動脈弁 僧帽弁	カラードプライメージによる高度弁逆流

図6　POCUSでの定性評価[5]

仰臥位の患者：心窩部（肋骨下）下大静脈像



プローブは体表に垂直
プローブオリエンテーションマーカーは患者様の頭側へ

図7-1　IVCの観察

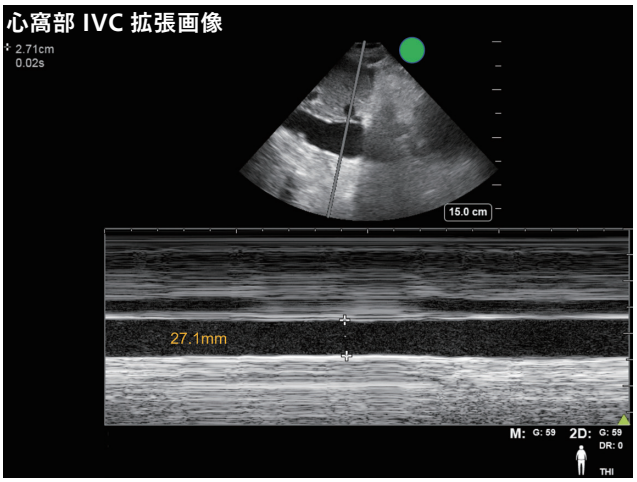


図7-2　IVCの呼吸性変動がない場合

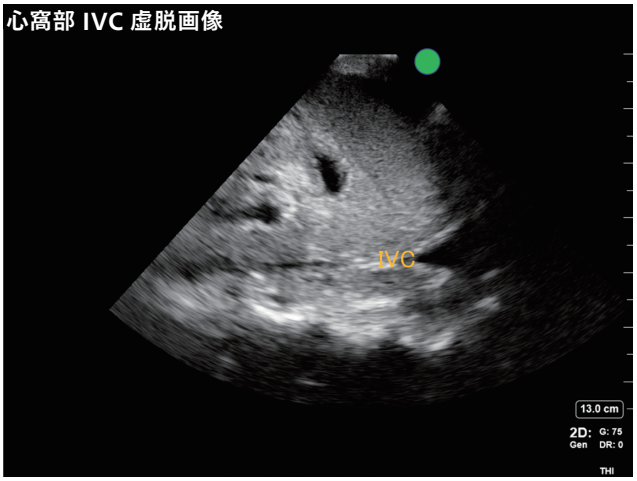


図7-3　IVCの虚脱

胸壁心エコーに肺エコーを加えた評価

胸壁心エコーと肺エコーを加えた評価もショックの鑑別に有用です。FALLS-protocol[6]では、心エコーと肺エコーのB-Lineの有無で閉塞性ショック、もしくは心原性ショックかの鑑別から始めます。その後、IVCを評価して循環血液量が不足していないかどうかを観察します。最後に敗血症性ショックを鑑別する流れとなります（図8）。

胸壁心エコーに肺エコーを加えた評価も有用

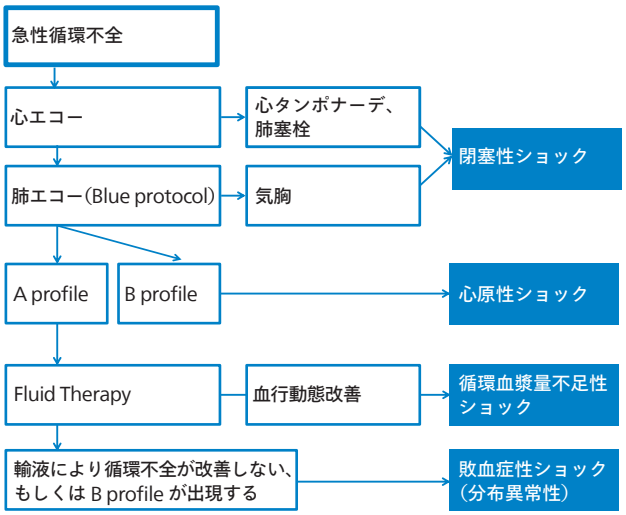


図8　胸壁心エコーに肺エコーを加えた評価[6]

POCUSでの肺エコーの観察ポイント

肺エコーの観察は、まず気胸を否定するためLung slidingの観察から始めます（図9）。Lung slidingは臓側胸膜の横への動きのことを示します。また、心拍動の臓側胸膜への伝播によりツッツッツと心拍動に同期して動くことをLung pulseといいます。気胸の否定はLung slidingにより数秒で診断できます。また、Lung pointといわれる肺の先端が動いていることがわかれば気胸は確定できます（図10）。次にA-lineとB-lineの観察をします。A-lineは、胸膜の多重反射であり、描出されればその下には十分な含気があることがわかります。B-lineは、肺表面の間質に水が溜まっている、もしくは高度な炎症がある場合に発生します。また肺表面の観察も重要です。肺表面の陥没やギザギザの所見があれば肺炎や急性呼吸窮迫症候群（ARDS）を疑います。

POCUS-肺胸郭エコー観察ポイント

• Lung sliding	有無、左右肺での差
• A-lines	左右、前胸部、側胸部（背側）の分布差
• B-lines	左右、前胸部、側胸部（背側）の分布差 一肋間の本数（≧3本）、癒合有無
• 胸水	胸郭背部の溜まり
• 無気肺	有無、部位、大きさ、胸水との関係
• 肺表面の性状	滑らか、陥没あり

図9　肺エコーの観察ポイント

肺胸郭エコーによる気胸診断

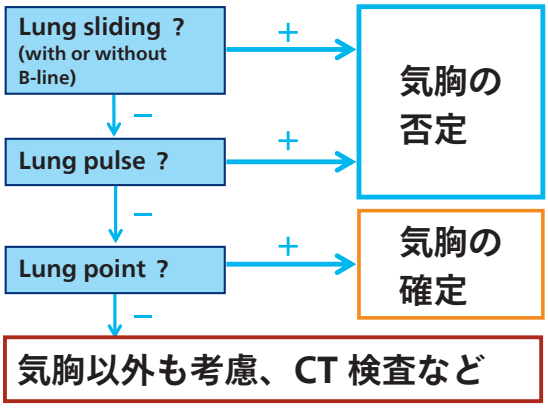


図10　肺エコーによる気胸診断

B-lineについて

B-lineは、肺表面の間質の炎症または水分貯留によって生じます。1肋間3本以上のB-lineがある状態を超音波間質症候群（Sonographic interstitial syndrome）といいます。図11の写真では、臓側胸膜表面が陥没しゴツゴツしています。心機能が正常なら肺炎を強く疑います。

図11　超音波間質症候群の症例

Lumifyによる自動B-line数計測

今回使用したLumifyであれば、B-lineを自動でカウントすることが出来ます（図12）。数秒間観察し、その中で一番多いB-lineの数を記録します。図12左上のMaxの横に書かれた数値が最大本数の表記となります。また、肺野の各セグメントで計測されたBラインを、サマリー画像にグラフィック表示することも可能です（図12 下）。

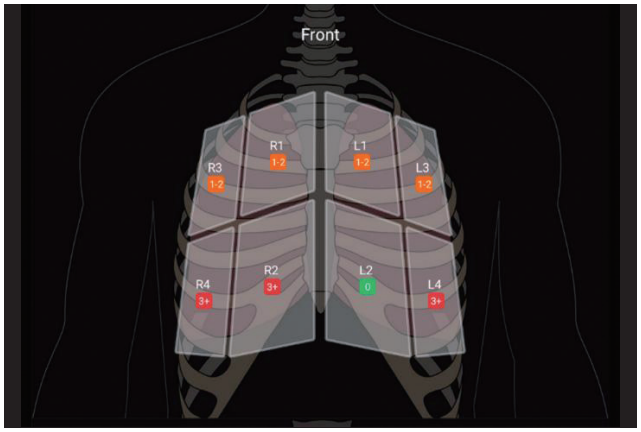


図12　Lumifyの自動B-lineカウンティング機能

- **赤色：3本以上**
- **橙色：1〜2本**
- **緑色：0本**

肺水腫と肺炎の所見の差について

肺水腫と肺炎の所見の差について、一番はB-lineの分布になります（図13-1）。B-lineが全体的にあれば肺水腫を疑います。A-lineの領域と混在するような場合は肺炎を疑います（図13-2）。また肺炎では、進行とともに臓側胸膜が不整となってくるため胸膜の観察がポイントになります。

	肺炎、ARDS	肺水腫
B-line分布	不均一	均一
健常部	あり	なし
胸水	±	+
胸膜	不整	整
Consolidation	胸膜下、背側	

図13-1　肺水腫と肺炎における所見の差について

肺炎患者の画像

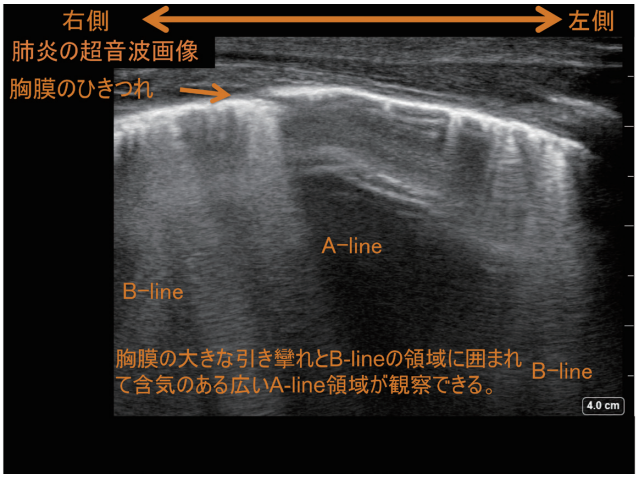


図13-2　典型的な肺炎患者の画像

次に、症例ごとにPOCUSの使い方をお話しします。

症例ごとのPOCUSの使い方

心エコーによる評価

症例1

症例1は、低血圧・頻脈・軽度低酸素血症など（図14）によりRRTが呼ばれました。POCUSを実施すると、左室収縮能低下および心膜液貯留が認められました。この時点では、はっきりとした原因はわかりませんでした。しかし、一般病棟で管理するレベルではないと考えてICUへ搬入が決定しました。その後、ICUでは下大静脈（IVC）の観察などを行い、ショックの判断や輸液の必要性を検討していきます。

RRT起動

NEWS2スコア							
生理学的指標	3	2	1	0	1	2	3
呼吸数(回/分)	≦8		9–11	12–20		21–24	≧25
SpO2(%)	≦91	92–93	94–95	≧96			
酸素使用		あり		なし			
収縮期血圧(mmHg)	≦90	91–100	101–110	111–219			≧220
脈拍(回/分)	≦40		41–50	51–90	91–110	111–130	≧131
意識				覚醒			CVPU
体温(℃)	≦35.0		35.1–36.0	36.1–38.0	38.1–39.0	≧39.1	
意識のCVPUは、C(新しく出現した混迷)、V(呼びかけに反応)、P(痛み刺激に反応)、U(反応なし)							

低血圧、頻脈
呼吸数、発熱

左室収縮低下
心嚢液貯留

↓

ICU搬入

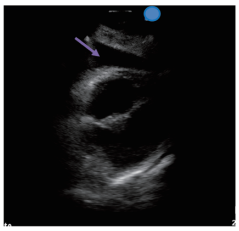


図14　症例1のNEWS2スコアとエコー画像

症例2

症例2は、頻呼吸・頻脈・低血圧・発熱（図15）によりRRTが呼ばれ、敗血症の可能性が高いということでICU入室となりました。POCUSを実施すると心臓の収縮能は保たれていました。そのため、末梢血管の拡張や敗血症の初期の段階でよく見る状況と考えます。

RRT起動　NEWS2スコア＝9

NEWS2スコア							
生理学的指標	3	2	1	0	1	2	3
呼吸数(回/分)	≦8		9–11	12–20		21–24	≧25
SpO2(%)	≦91	92–93	94–95	≧96			
酸素使用		あり		なし			
収縮期血圧(mmHg)	≦90	91–100	101–110	111–219			≧220
脈拍(回/分)	≦40		41–50	51–90	91–110	111–130	≧131
意識				覚醒			CVPU
体温(℃)	≦35.0		35.1–36.0	36.1–38.0	38.1–39.0	≧39.1	
意識のCVPUは、C(新しく出現した混迷)、V(呼びかけに反応)、P(痛み刺激に反応)、U(反応なし)							

頻呼吸
頻脈、低血圧
発熱
qSOFA＝2

敗血症の可能性

↓

ICU搬入

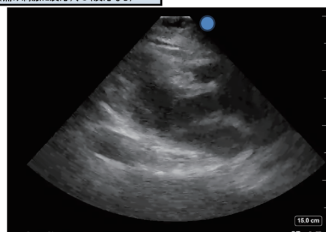


図15　症例2のNEWS2スコアとエコー画像

症例3

症例3は、頻脈性不整脈・低血圧（図16）によりRRTが呼ばれ、POCUSを実施すると頻脈により僧帽弁の開口がなくなっており収縮も悪化していました。そのため、ICU入室となりレートコントロールした後、回復してきております。

RRT起動　NEWS2スコア＝10

NEWS2スコア							
生理学的指標	3	2	1	0	1	2	3
呼吸数(回/分)	≦8		9–11	12–20		21–24	≧25
SpO2(%)	≦91	92–93	94–95	≧96			
酸素使用		あり		なし			
収縮期血圧(mmHg)	≦90	91–100	101–110	111–219			≧220
脈拍(回/分)	≦40		41–50	51–90	91–110	111–130	≧131
意識				覚醒			CVPU
体温(℃)	≦35.0		35.1–36.0	36.1–38.0	38.1–39.0	≧39.1	
意識のCVPUは、C(新しく出現した混迷)、V(呼びかけに反応)、P(痛み刺激に反応)、U(反応なし)							

頻脈性不整脈
低血圧

レートコントロール必要

↓

ICU搬入

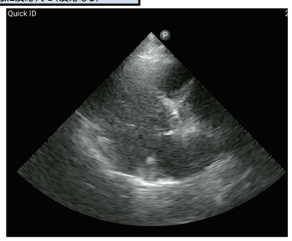


図16　症例3のNEWS2スコアとエコー画像

肺エコーを加えた評価

症例4

症例4は、頻呼吸・低酸素（図17）によりRRTが呼ばれ、聴診では所見がなく、すぐにPOCUSを実施しました。肺エコーではA-lineが観察され気胸を除外することができます。しかし、心エコーでは右心系が拡大しているため肺塞栓を疑う所見となります。

RRT起動　NEWS2スコア＝9

NEWS2スコア							
生理学的指標	3	2	1	0	1	2	3
呼吸数(回/分)	≦8		9–11	12–20		21–24	≧25
SpO2(%)	≦91	92–93	94–95	≧96			
酸素使用		あり		なし			
収縮期血圧(mmHg)	≦90	91–100	101–110	111–219			≧220
脈拍(回/分)	≦40		41–50	51–90	91–110	111–130	≧131
意識				覚醒			CVPU
体温(℃)	≦35.0		35.1–36.0	36.1–38.0	38.1–39.0	≧39.1	
意識のCVPUは、C(新しく出現した混迷)、V(呼びかけに反応)、P(痛み刺激に反応)、U(反応なし)							

頻呼吸
低酸素

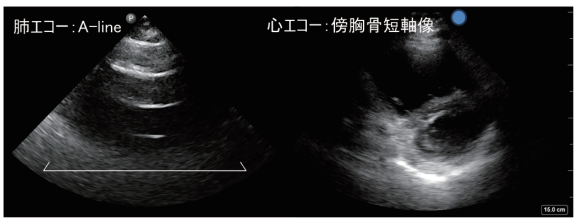


図17　症例4のNEWS2スコアとエコー画像

症例5

症例5は、頻呼吸・低酸素（図18）によりRRTが呼ばれ、POCUSを実施しました。肺エコーでは多くの肋間で癒合性B-lineが観察されました。胸膜の陥没などはありませんでした。また、心エコーでは心筋の肥厚と内腔は小さくなっています。この症例は、心筋肥大で拡張不全による肺水腫を疑いICUへ搬送となりました。

RRT起動　NEWS2スコア=7

NEWS2スコア

生理学的指標	3	2	1	0	1	2	3
呼吸数(回/分)	≦8		9–11	12–20		21–24	≧25
SpO2(%)	≦91	92–93	94–95	≧96			
酸素使用		あり		なし			
収縮期血圧(mmHg)	≦90	91–100	101–110	111–219			≧220
脈拍(回/分)	≦40		41–50	51–90	91–110	111–130	≧131
意識				覚醒			CVPU
体温(℃)	≦35.0		35.1–36.0	36.1–38.0	38.1–39.0	≧39.1	

意識のCVPUは、C(新しく出現した混迷)、V(呼びかけに反応)、P(痛み刺激に反応)、U(反応なし)

頻呼吸
低酸素

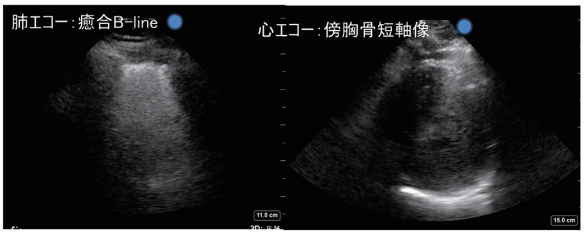


図18　症例5のNEWS2スコアとエコー画像

症例6

症例6は、頻呼吸・低酸素・低血圧（図19）によりRRTが呼ばれ、POCUSを実施しました。心臓に被さる胸膜に癒合性B-lineが認めました。左心機能も悪いため、左心不全による肺水腫を疑い、治療のためICUへ搬送となりました。

RRT稼働　NEWS2スコア=10

NEWS2スコア

生理学的指標	3	2	1	0	1	2	3
呼吸数(回/分)	≦8		9–11	12–20		21–24	≧25
SpO2(%)	≦91	92–93	94–95	≧96			
酸素使用		あり		なし			
収縮期血圧(mmHg)	≦90	91–100	101–110	111–219			≧220
脈拍(回/分)	≦40		41–50	51–90	91–110	111–130	≧131
意識				覚醒			CVPU
体温(℃)	≦35.0		35.1–36.0	36.1–38.0	38.1–39.0	≧39.1	

意識のCVPUは、C(新しく出現した混迷)、V(呼びかけに反応)、P(痛み刺激に反応)、U(反応なし)

頻呼吸
低酸素
低血圧

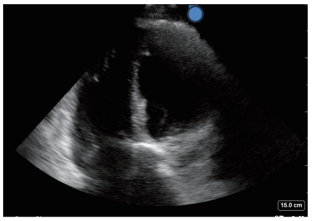


図19　症例6のNEWS2スコアとエコー画像

何か心配で先生が呼ばれた症例

その他、何か心配で先生が呼ばれた症例についてもお話しいたします。

症例7

軽度意識障害で10時間前から尿道カテーテルから尿の流出が止まり、体動も激しくなったため看護師より呼ばれた症例になります。下腹部は張っていたので、POCUSを実施したところ、膀胱の画像（図20）で尿道カテーテルが閉塞していることが確認されました。カテーテルを交換したところ、約1リットルの尿が流出し、体動がおさまりICU入室とはなりませんでした。

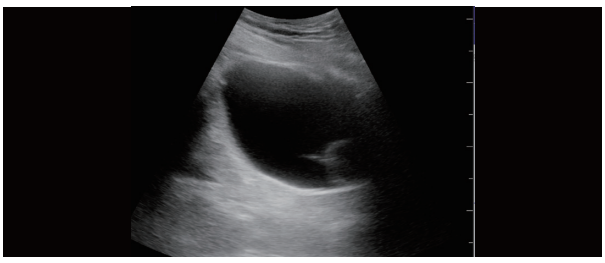


図20　尿道カテーテル閉塞

症例8

S状結腸癌の切除後、腹部膨満と発熱でPOCUSを実施。腹部内に浮遊物のある液体が貯留しています（図21）。吻合部リークと診断し、直ぐ緊急手術となりました。

図21　腹部内の浮遊物のある液体貯留

症例9

腹痛と発熱の症例で、右季肋部痛で看護師より呼ばれた症例となります（図22）。季肋部痛の箇所にエコーを実施すると胆嚢内に結石を認め、出口をふさいでいる状況だったので、すぐに消化器内科へ引き継ぎをしました。

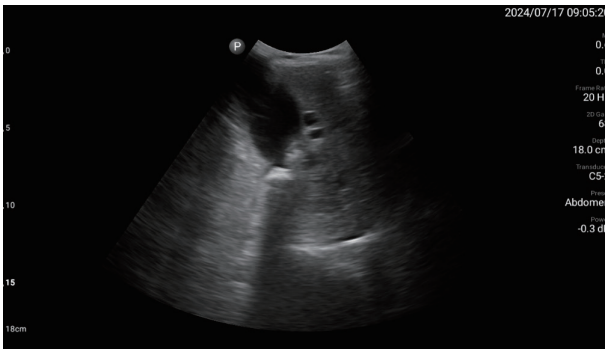


図22　胆嚢で結石が出口を塞いでいる状況

症例10

腹部が張るという症状で呼ばれた症例となります（図23）。胸水、腹水、腎盂拡大の所見があり、水腎症になりかけている症例だったため、ICUへ入室となりました。

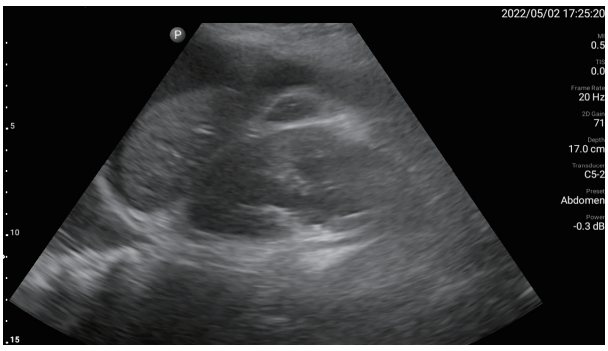


図23　胸水、腎盂拡大の症例

RRTのエコー教育について

RRTの教育については、まず座学教育を実施し、ベッドサイドでどのようにエコーを使うか理解してもらいます。その後、常にエコーを患者様に使用する機会を得ることが重要です。私は、ときどき病棟でエコーラウンドをしています（図24）。最近病棟に入院された方、CTで診断がついた方、回復期にある方など担当医が患者様の病態を把握するためにエコーを実施しています。これによりエコーを使う自信を持てるようになっていきます。また、Lumifyの特徴である、オンラインで画像共有できる遠隔機能（Reacts機能：図25）を使用するのもよいと考えています。経験のある医師がサポートすることでRRT内の知識が向上することに繋がりますので、是非活用してみてください。

図24　RRTでのエコーラウンドの様子
一般病棟のエコー回診 in 名瀬徳洲会病院（奄美大島）

図25　Reacts 機能
医師（画像内右上）と看護師（同右下）が、中央に表示されるエコー画像を共有しながら会話することが可能

まとめ

POCUSは、症例に不安のある場合の病態把握に非常に適しています。早期の治療介入の有無やICUへの入室判断にも役に立ちます。そのためにもエコーラウンドによる実践教育を取り入れることをお勧めします。また遠隔指導の機能を利用することも一法と考えます。今後ますますRRTがエコーを持って活動することを願っています。

参考文献
1 N Engl J Med.2011 Feb 24;364(8):749-57. doi: 10.1056/NEJMra0909487.
2 N Engl J Med.2011 Jul 14;365(2):139-46. doi: 10.1056/NEJMra0910926.
3 Zieleskiewicz et al. Crit Care (2021) 25:34
4 山本　剛、他：経胸壁心エコー．　一般社団法人日本集中治療医学会　編．　集中治療超音波画像診断テキスト　p24-34. 中外医学社　東京　2023年
5 Lichtenstein DA. Chest 2015; 147(6):1659-1670
6 鈴木昭広　他、肺エコー、ICUエコー Bouhemad B, et al. Anesthesiology 2015 ; 122 : 437-47

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詞は、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。

2430352
1124PDF01-TP　Printed in Japan