

Le protocole ascendant : Apport de l'échographie POCUS durant la Pandémie COVID 19

S.M. Ilès^{1,2,3}, R. Mohammed^{2,4}, D. Hakem^{2,4,5}, A. Kella⁵, S. Guechtal³, F. Bellabes³, S. Benbernou^{2,3}, A. Maizia², A. Saber³, M. Messadfa⁶, N. Benchikh^{3,6}, A. Slimani⁷, A. Bouhaddou³, F.Z. Bendoukha³, A. Mohammedi³, O. Selma³, M.B. Benkada^{1,2,8}.

1. Département de médecine Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.
2. Centre de simulation médical Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
3. Service de Réanimation, Etablissement Public Hospitalier Mostaganem
4. Décanat Faculté de médecine Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
5. Service de Médecine Interne, Etablissement Public Hospitalier Mostaganem
6. Service de Biochimie, Etablissement Public Hospitalier Mostaganem
7. Service de Cardiologie, Etablissement Public Hospitalier Mostaganem
8. Service de Chirurgie Générale, Etablissement Public Hospitalier Mostaganem.

ABSTRACT

The Point of Care Ultra Sonography (POCUS) has been proven effective in intensive care. The objective of this study is to evaluate its contribution when coupled with our standard protocol for sonographic analysis of a critical situation "The bottom-up protocol". In this study of 87 patients admitted to the public hospital in Mostaganem in a critical situation and suspected of SARS - Cov2 infection benefited from this protocol. The sample was analyzed prospectively. A systematic evaluation of the cardiovascular system, the lung, associated, if necessary, with a venous compression ultrasound was performed at the patient's bed using a portable ultrasound machine. Ultrasound changed the initial diagnosis in 27/87 patients, confirmed the initial diagnosis in 16/87 patients, and provided additional diagnoses to the initial diagnosis in 31/87 patients. The ultrasound results obtained led to a modification of the current treatment in 59/87 patients, with vascular filling in 52/87 patients, Administration of positive inotrope drugs in 26/87 patients, of a vasopressor drug in 17/87 patients, and modification of ventilator parameters in 56/87 patients with reduction in the level of PEEP in 8/87 patients, introduction of PEEP in 42/87 patients and increase in PEEP in 6/87 patients. In this study, critical intensive care patients evaluated by our sonographic analysis protocol benefited from a definite diagnostic and therapeutic contribution. More studies are still needed to assess its adoption by physicians.

Key Words : Echograph, POCUS, COVID 19, Protocol, hemodynamic evaluation, interstitial syndrome.

RÉSUMÉ

L'échographie clinique réalisée au lit du malade (POCUS) a fait ses preuves en réanimation. L'objectif de cette étude est d'évaluer son apport une fois couplée à notre protocole standard d'analyse sonographique d'une situation critique « Le protocole ascendant ». Dans cette étude 87 patients admis à l'établissement public hospitalier de Mostaganem en situation critique et suspects d'infection au SARS - Cov2 ont bénéficié de ce protocole. L'échantillon a été analysé de manière prospective. Une évaluation systématique de l'appareil cardio - vasculaire, du poumon, associée au besoin à une échographie de compression veineuse était réalisée au lit du malade en utilisant un échographe portable. L'échographie, réalisée dans le cadre de ce protocole, a modifié le diagnostic initial chez 27 / 87 patients, confirmé le diagnostic initial chez 16 / 87 patients et apporté des diagnostics supplémentaires au diagnostic initial chez 31 / 87 patients. Les résultats échographiques obtenus ont entraîné une modification du traitement en cours chez 59 / 87 patients, à type de remplissage vasculaire chez 52 / 87 patients, Administration d'inotrope positif chez 26 / 87 patients, d'un vasopresseur chez 17 / 87 patients, et modification des paramètres ventilatoires chez 56 / 87 patients avec diminution du niveau de PEP (Pression Expiratoire Positive) chez 8 / 87 patients, introduction d'une PEP chez 42 / 87 patients et augmentation de la PEP chez 6 / 87 patients. Dans cette étude les patients critiques de réanimation évalués par notre protocole d'analyse sonographique ont bénéficié d'un apport diagnostique et thérapeutique certain. D'autres études demeurent nécessaires pour évaluer son adoption par les médecins.

Mots clefs : Echographie, POCUS, COVID 19, Protocol, hémodynamique, Syndrome interstitiel.

INTRODUCTION

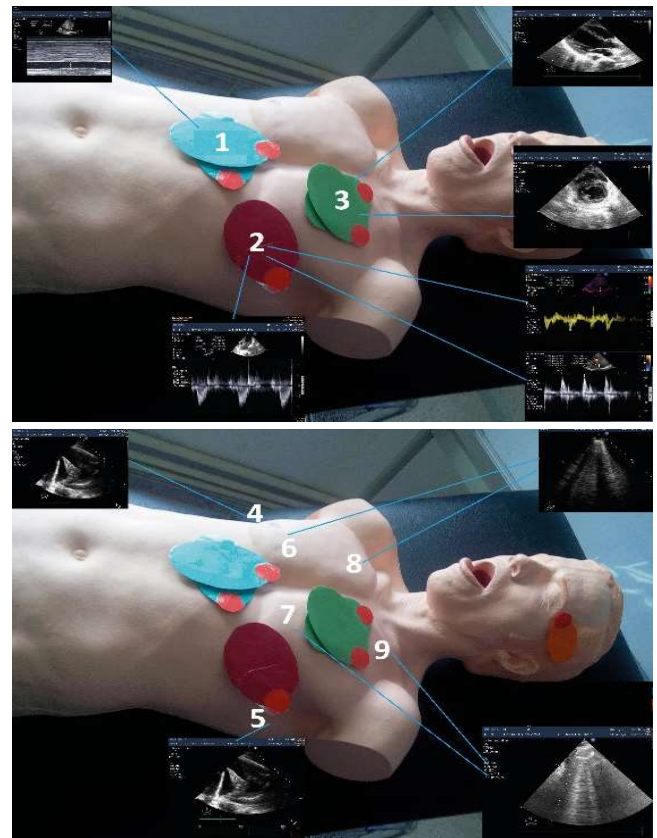
L'échographie POCUS, prolongement de l'examen clinique⁽¹⁾, est devenue un outil incontournable dans la prise en charge du patient critique de réanimation. L'objectif de cette étude est de déterminer l'impact diagnostique et thérapeutique de cette évaluation échographique lorsqu'elle est couplée à un pro-

tocole standardisé régissant de la manière la plus basique, ses principes de réalisation et de raisonnement.

L'échographie POCUS a fait ses preuves dans la prise en charge du patient critique de réanimation⁽²⁾. Nous avons évalué l'apport de l'échographie POCUS en situation de Pandémie COVID 19⁽³⁾, dans cette Cohorte prospective. L'objectif de ce protocole est d'optimiser au mieux l'utilisation de l'échographie POCUS chez le patient critique dans le contexte pandémique actuel. Dans un souci de simplification, nous avons volontairement diminué le nombre de zones à explorer, et numéroté les étapes dans un ordre précis, qui s'inscrit dans un raisonnement clinique basé sur la physiopathologie de l'interaction entre le cœur et le poumon, en sélectionnant les fenêtres les plus informatives. A l'établissement Public Hospitalier (EPH) Che Guevarra de Mostaganem, les patients hospitalisés pour suspicion d'infection au SARS COV 2 présentant des signes de défaillance d'organe ont été évalué à l'aide d'un protocole à 09 zones, évaluant de manière transversale aussi bien le cœur⁽⁴⁾, les poumons⁽⁵⁾ que les vaisseaux.

IMAGES : Centre de simulation de Mostaganem, optimisées grâce à l'aimable collaboration d'Assem Ilès.

Le Protocole Ascendant pour l'Analyse Sonographique d'une Situation Critique



MATÉRIELS ET MÉTHODES

Site de l'étude : Nous avons mené une étude de cohorte prospective au niveau de l'EPH Che Guevarra de Mostaganem. Le service de réanimation dédié aux patients suspects COVID positif contenait 15 lits. Le staff se composait d'un seul médecin de garde par jour dont un seul était rompu à la pratique de l'échographie. Le diagnostic d'admission était basé sur le contexte clinique, un bilan biologique de base et l'imagerie disponible, réalisé donc sans l'apport de l'échographie. Après évaluation échographique, réalisée en utilisant le protocole de l'étude, la décision de modifier le diagnostic ou le traitement en cours était prise en collaboration avec le médecin chef de service.

Participants à l'étude : Tout patients adultes, admis, suspectés d'infection au SARS – cov2 dès leur admission ou durant leur séjour hospitalier, et présentant des signes d'appel respiratoires ou hémodynamiques, du 1er juillet au 1er septembre 2020, ont été éligibles. Tous les patients étaient en attente du résultat du test PCR. Les tests sérologiques n'étaient alors non disponibles. L'évaluation échographique de type POCUS était réalisée aussi bien chez les patients hospitalisés en réanimation COVID, ou dans le cadre d'appels de service⁽⁶⁾, chez des patients admis dans les services de cardiologie, de pneumologie, de médecine interne ou de chirurgie, et qui ont été durant leurs séjours suspecté d'infection au SARS – cov2.

L'Echographe utilisé : La faculté de médecine a mis à notre disposition un échographe portatif de marque Sonosite, munis d'une sonde cardiaque de 3 à 5 Mhz ainsi que d'une sonde linéaire de 8 à 15 Mhz. L'équipement de contrôle individuel a été utilisé en conformité avec le protocole de contrôle des infections au COVID 19 et le matériel a été protégé puis désinfecté en conséquence.

Protocole échographique : Le protocole évaluait de façon systématique l'appareil cardio-vasculaire, puis pleuro- pulmonaire⁽⁷⁾⁽⁸⁾. Une importance particulière a été donnée à la durée de l'examen, l'objectif étant d'évaluer la volémie⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾, la fonction du cœur droit, la fonction du cœur gauche, les bases pulmonaires droite et gauche, et les lobes supérieurs droit et gauche ⁽¹¹⁾ le tout en une durée de temps n'excédant pas les 15 minutes ⁽⁷⁾. L'évaluation qui suivait un trajet ascendant, débutait systématiquement par la mesure du diamètre de la veine cave inférieure au niveau de la fenêtre sous costale, et se terminant par celle du lobe supérieur du poumon gauche.

Un protocole d'examen en 09 zones a été adopté, trois zones pour l'évaluation cardiovasculaire, et six zones pour l'évaluation pleuro-pulmonaire ⁽⁸⁾. A partir de la fenêtre sous costale, l'évaluation hémodynamique s'est focalisée sur la mesure du diamètre de la veine cave inférieure en s'aidant d'un tir TM passant à 02 cm de l'abouchement dans l'oreillette droite. Un diamètre inférieur à 12 cm était considéré comme preuve d'hypovolémie, un diamètre supérieur à 20 mm, comme reflet d'une hyper volémie ⁽¹⁰⁾.

A partir de cette fenêtre acoustique sous costale, une rotation de 90° effectuée dans le sens horaire, couplée à une orientation de la sonde vers l'épaule gauche du malade explorait le cœur en coupe 04 cavité dite sous costale, cette dernière avait pour but principale, la recherche systématique d'un éventuel épanchement péricardique ⁽⁵⁾. Le second avantage de cette coupe est l'évaluation visuelle de la taille et fonction systolique du ventricule droit et gauche, sans passer par le poumon, qui est souvent le siège de ligne B en grand nombre, rendant l'exploration cardiaque à partir des autres fenêtres souvent difficile et chronophage ⁽¹²⁾.

P.O.C.U.S : Point Of Care Ultra Sonography Analyse Sonographique d'une Situation Critique : Le Protocole Ascendant

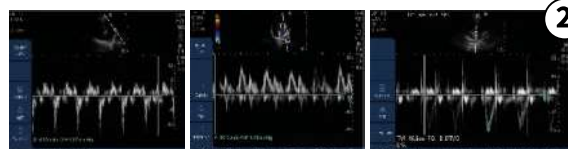
P.O.C.U.S : Point Of Care Ultra Sonography Analyse Sonographique d'une Situation Critique : Le Protocole Ascendant Etape 1 : Echographie Cardiaque Focalisée



1: VCI: Tir TM
< 12mm: HypoVL
> 20mm: HyperVL



04 Cavité S/costale:
Epanchement péricardique
Taille et fonction VD, VG



04 Cavité Apicale :
Taille VD, VD/VG, SP,
TAPSE Taille-Cinétique
VG Doppler Tissulaire :
Onde S, Onde E

04 Cavité Apicale
Doppler pulse Flux mitral
E/A > 2 : PTDVG Elevés
E/A > 2 : PTDVG non Elevés

05 Cavité Apicale
Doppler pulse s/Ao
ITV s/Ao



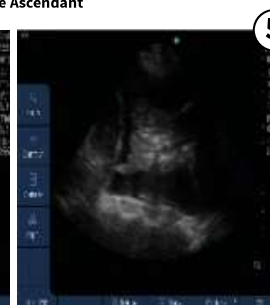
PSGA :
Taille – Cinétique VG
Fuite valvulaire massive
Epanchement péricardique



PSPA :
Septum Paradoxal
Cinétique segmentaire VG



Zone latérale basale droite :
signe du poumon flottant : Epanchement
pleural liq consolidations pulmonaire
bronchogramme statique / dynamique
Lignes B : Syndrome interstitiel



Zone latérale basale gauche
Signe du poumon flottant : Epanchement
pleural liq Consolidations pulmonaire
Bronchogramme statique / dynamique
Lignes B : Syndrome interstitiel



Zone Antérieure basale droite :
Abs Glissement pleural, de LB,
et présence du point P Pneumothorax
Lignes B : Syndrome interstitiel



Zone Antérieure basale gauche :
Abs Glissement pleural, de LB,
et présence du point P Pneumothorax
Lignes B : Syndrome interstitiel



Zone antérieure supérieure droite :
Abs Glissement pleural, de LB,
et présence du point P Pneumothorax
Lignes B : Syndrome interstitiel



Zone antérieure supérieur gauche :
Abs Glissement pleural, de LB,
et présence du point P Pneumothorax
Lignes B : Syndrome interstitiel

Images standards du Protocole Ascendant préconisé pour l'analyse Sonographique d'une Situation Critique. Images du service de réanimation de l'EPH Mostaganem.

A partir de la fenêtre apicale, une seconde évaluation visuelle était effectuée, avec réalisation des mesures nécessaires. Ainsi la recherche d'une dilation du VD, était réalisée couplée si besoin à la mesure du rapport VD/VG. Une recherche systématique d'un septum paradoxal était réalisée en cas de dilatation majeure du VD, secondairement confirmée en coupe para sternale petit axe. En fin, Un tir TM était réalisé sur le bord latéral du plancher valvulaire tricuspide pour la mesure du TAPSE. En restant focalisé sur le ventricule gauche, une première évaluation qualitative se faisait par une exploration visuelle rapide de sa taille et fonction systolique^[13], de sa cinétique globale et segmentaire, suivie d'une évaluation quantitative axées sur trois tirs Doppler.

Un tir Doppler tissulaire centrée sur le bord latéral du plancher valvulaire mitral, permettait une évaluation rapide et simultanée des fonctions systolique et diastolique du VG, par la mesure de l'onde S, reflet de la fonction systolique, et de l'onde E', à la recherche d'un trouble de la relaxation. Un Doppler pulsé pour l'analyse du flux trans mitral, à la recherche systématique d'un trouble de la compliance objectivé par un rapport E / A > 2. Ce dernier permettant de différencier les œdèmes pulmonaires hémodynamiques des œdèmes pulmonaires lésionnels.

En fin un tir Doppler pulsé en sous aortique permettait la mesure de l'Intégral temps vitesse, correspondant à la distance parcourue par le globule rouge, dans l'aorte, pendant la systole, rendant possible l'étude de la précharge dépendance lorsque le diamètre de la veine cave inférieure se situait entre 12 et 20 mm.

La troisième et dernière fenêtre acoustique pour cette échocardiographie focalisé était la fenêtre para sternale, la réponse aux principales questions concernant la volémie, la présence d'un épanchement péricardique et la fonction pompe étant déjà apporté^[14], cette fenêtre permettait de confirmer si besoin, la présence d'un épanchement, d'une fuite valvulaire massive, en para sternale grand axe, mais surtout la confirmation de la présence d'un septum paradoxal suspecté, et la recherche d'un trouble de la cinétique segmentaire en coupe petit axe.

L'évaluation hémodynamique étant finalisée, la suite de l'examen se veut beaucoup plus simple.

Nous avons considéré les bases pulmonaires comme étant les plus informatives. Leur évaluation permettant à la fois la recherche d'un épanchement pleural liquidien, objectivé par le signe du poumon flottant^[5], de ligne B d'extension souvent verticale à partir des bases pulmonaires et de consolidations pulmonaires retrouvée aussi bien, en présence de lignes B que d'épanchement pleural liquidien. L'examen se faisait de manière comparative avec le côté opposé.

L'évaluation des champs pulmonaires antérieurs recherchait systématiquement la présence du glissement pleural pour éliminer un pneumothorax, et évaluait le caractère symétrique, uni ou bilatéral, focal ou diffus des lignes B. La recherche de consolidations sous pleurale était systématique. Nous avons considéré le Lung Ultra Sonographic Score durant notre évaluation.

VARIABLES DE L'EQUATION

TABLEAU 1	VG : Ventricule gauche. PAM : Pression Artérielle Moyenne. VCI : Veine Cave Inférieure. ITV : Intégrale Temps Vitesse. VD : Ventricule Droit.					
	B	E. S	Wald	Ddl	Sig.	Exp(B)
Pas 1a Age	,002	,021	,008	1	,928	1,002
NbrPath trouvées	,900	,402	5,003	1	,025	2,460
LUSS	-,408	,588	,482	1	,487	,665
DiagAtelect	-,215	,858	,063	1	,802	,807
Diag choc card	,709	1,224	,336	1	,562	2,031
Diag choc hypo VL	-,286	1,006	,081	1	,776	,751
Diag Choc Obst	,864	56841,443	,000	1	1,000	2,373
Diag choc sept	,416	,913	,208	1	,648	1,517
DiagEmbpulm	-,18,598	40192,970	,000	1	1,000	,000
Diag EPL	,508	,812	,392	1	,531	1,663
DiageuVL	-,20,748	15651,534	,000	1	,999	,000
Diag hyper VL	-,1,270	1,696	,560	1	,454	,281
DiagHypoVL	-,1,485	1,582	,881	1	,348	,226
Diag OAP	1,084	1,141	,903	1	,342	2,956
Diag SDR	1,386	,790	3,075	1	,079	3,999
Constante	-,2,341	1,979	1,399	1	,237	,096

a. Introduction des variables au pas 1 : Age, Nbr Path trouvées, LUSS, Diag Atelect, Diag choc card, Diag choc hypo VL, Diag Choc Obst, Diag choc sept, Diag Emb pulm, Diag EPL, Diag euVL, Diag hyper VL, Diag HypoVL, Diag OAP, Diag SDR.

Le tableau 1 met évidence les correspondances entre signes échographiques, diagnostic échographique, et actions thérapeutiques entreprises.

L'ANALYSE STATISTIQUE

Nous avons réalisé une analyse par régression logistique binaire pour rechercher une relation entre la variable dépendante que nous avons définies comme étant la mortalité et différentes variables indépendantes, à savoir, le nombre de pathologies retrouvées à l'échographie, allant de une seule à deux ou plus, du Lung Ultrasonographic Score, et de chacun des diagnostics suivant retrouvés après évaluation par le « protocole Ascendant », Atélectasie, choc cardiogénique, choc hypovolémique, choc obstructif, choc septique, embolie pulmonaire, Epanchement pleural liquidien, Euvoémie, Hyper volémie, Hypo volémie, OAP et SDR. Ainsi sur un échantillon de 87 patients, nous avons observé un degré de significativité pour « le nombre de pathologies trouvées » et le « diagnostic de SDR » à un seuil de 10 %.

TABLEAU 2 Démographie des patients

Caractéristiques	Total des patients (N=87)	Diagnostic échographique	
		Oui	Non
Moyenne d'âge	59	-	-
Min / max	23 - 88	23-88	68 - 88
Sexe	-	-	-
Masculin	40	40	0
Féminin	47	45	2

RÉSULTATS

Le tableau 02 met évidence la démographie de l'échantillon étudié. Un total de 87 patients hospitalisés avec suspicion d'infection au SARS - Cov2 ont été examinés, parmi lesquels 34 (39,1 %) sont revenus PCR positif. Le tableau 03 rapporte la démographie des patients. Le temps nécessaire à la réalisation de l'évaluation échographique variait de 05 à 30 min (médiane, 13,53 min) Le Tableau 03 rapporte la distribution des anomalies échographiques avec les changements thérapeutiques induits. Pour simplifier la collecte des données, les résultats de l'échographie ont été subdivisés en trois groupes « modification du diagnostic initial » chez 27 / 87 patients, « Confirmation du diagnostic initial » chez 16 / 87 patients et « confirmation du diagnostic initial avec rajout d'autres diagnostics supplémentaire » chez 31 / 87 patients.

Les résultats échographiques obtenus ont entraîné une modification du traitement en cours chez 59 patients, à type de remplissage vasculaire chez 52 patients, Administration d'inotrope positif chez 26 patients, d'un vasopresseur chez 17 patients, et modification des paramètres ventilatoires chez 56 patients avec diminution du niveau de PEP (Pression Expiratoire Positive) chez 8 patients, introduction d'une PEP chez 42 patients et augmentation de la PEP chez 6 patients.

TABLEAU 3 Distribution des anomalies échographiques retrouvées et des changements thérapeutiques apportés

Anomalies	Objectivées après Echographie POCUS N (%)	Modification traitement en cours N (%)
A l'échographie cardiaque		
Dm VCI < 12mm	48 (44,8)	27 (31)
Epanchement péricardique	02 (2,3)	2 (2,3)
VD dilaté, VCI>20mm avec signes de surcharge	22 (25,3)	17 (19,3)
TAPSE <18	6 (6,9)	4 (4,6)
Septum paradoxal	5 (5,7)	3 (3,4)
Onde S du VG < 10	28 (32,2)	20 (23)
ITV normale ou élevé, PAM basse	27 (31)	16 (18,4)
A l'échographie pulmonaire		
Point P	3 (3,4)	2 (2,3)
Ligne B avec Rapport E/A > 2	9 (10,3)	5 (5,7)
Lignes B avec rapport E/A < 2	40 (46)	25 (28,7)
Signe du poumon flottant	22 (25,3)	15 (17,2)
Consolidations pulmonaires	49 (56,3)	37 (42,5)
A l'échographie compression veineuse		
Thrombose veineuse profonde	2 (2,3)	2 (2,3)

Nous avons réalisé une analyse du risque de mortalité en réanimation par rapport au nombre de pathologies retrouvées (Tableau 04), cette dernière était significativement plus augmentée chez patient ayant deux ou plus de deux pathologies retrouvées (OR 95% 0,74).

TABLEAU 4			
Analyse du risque de Mortalité en réanimation par rapport au nombre de pathologies retrouvées			
Nombre de pathologies retrouvées	No (%)	Mortalité en réanimation No (%)	OR (95% CI)
Une seule	22 (25,3)	2 (2,3)	4,03 (1,01 – 15,98)
Deux ou plus	65 (74,7)	23 (26,4)	0,74 (0,60 – 0,90)

DISCUSSION

Notre étude est originale en raison du fait qu'elle évalue la performance d'un protocole d'échographie POCUS, réalisé de manière prospective, par le même opérateur, en situation de pandémie COVID 19. Ce travail s'inscrit dans la continuité des travaux précédemment réalisés ⁽³⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾, avec pour objectif la diminution du nombre de coupes, en maintenant leur rentabilité. Cette optique est basée sur le caractère facilement reproductible, et hautement informatif des coupes veine cave inférieure et quatre cavités. **Manno et al ont proposé un protocole similaire en réanimation⁽⁷⁾**. Nous avons considéré l'évaluation échographique comme un prolongement de l'examen clinique.

Dans notre étude, ainsi que l'a démontré l'analyse par régression logistique, la mortalité en réanimation était significativement plus élevée chez les patients avec deux ou plus de deux pathologies diagnostiquées à l'échographie, **ces résultats sont accord avec ceux retrouvés dans l'étude d'E. Manno⁽⁷⁾**. Nous avons également retrouvé une relation directe entre le diagnostic de SDRA dans un contexte de pandémie au virus Sars – Cov2 et la mortalité.

Les changements du traitement en cours était nettement plus prononcés chez patients en hypovolémie et/ ou en situation de défaillance myocardique du VG, ces résultats sont **en accord avec ceux retrouvés dans les études d'E. Manno et al⁽⁷⁾**, et Volpicelli et al⁽¹⁵⁾, et J.Mosier et al⁽¹⁶⁾. A l'échographie pulmonaire, la découverte de lignes B d'origine lésionnelles et/ou d'épanchement pleural liquidien représentaient les cause plus fréquente de changement de la thérapeutique en cours.

Tableau 1 : Analyse par régression logistique binaire, réalisée en utilisant le logiciel SPSS, objectivant une association entre la mortalité et le nombre de pathologies retrouvées ainsi qu'entre la mortalité et le diagnostic de SDRA.

Avec une durée moyenne de réalisation de 13,53 min pour compléter une évaluation transversale, nous considérons cette performance comme acceptable en comparaison avec les données de littérature, qui était pour exemple 19,5 min en moyenne, **avec une échographie abdominale, ainsi qu'une échographie du nerf optique en supplément⁽⁷⁾**.

LIMITES DE L'ÉTUDE

Notre étude a été menée dans un seul centre, ce qui pourrait limiter la généralisation de ses résultats.

CONCLUSION :

En conclusion, le protocole ascendant, pour l'évaluation sonographique d'une situation critique, utilisé chez les patients suspectés d'infection au SARS-Cov2, a démontré une performance acceptable dans la détection, l'identification et la prise en charge des anomalies hémodynamiques et respiratoires. D'autres études sont nécessaires pour évaluer son assimilation par nos médecins et son applicabilité dans nos services.

BIBLIOGRAPHIE

1. Bonnet F, Gentili M. L'échographie : le nouveau stéthoscope de l'anesthésiste et du réanimateur. Le Praticien en Anesthésie Réanimation. janv 2007;11(1):5-6.
2. Zielekiewicz L, Muller L, Lakhal K, Meresse Z, Arbelot C, Bertrand P-M, et al. Point-of-care ultrasound in intensive care units: assessment of 1073 procedures in a multicentric, prospective, observational study. Intensive Care Med. sept 2015;41(9):1638-47.
3. Speidel V, Conen A, Gisler V, Fux CA, Haubitz S. Lung Assessment with Point-of-Care Ultrasound in Respiratory Coronavirus Disease (COVID-19): A Prospective Cohort Study. Ultrasound in Medicine & Biology. avr 2021;47(4):896-901.
4. Bobbia X, Muller L, Claret P, Pomet S, Coussey J de L. Evaluation hémodynamique en médecine d'urgence. :20.
5. Bobbia X, Muller L, Claret P, Bonnet J, Coussaye J de L. Echographie pleuropulmonaire en situation d'urgence. :21.
6. Vignon P, Cholley B. Echographie portable chez les patients en état critique. Réanimation. déc 2005;14(8):692-9.
7. Manno E, Bertolaccini L, Evangelista A. Deep Impact of Ultrasound in the Intensive Care Unit. CRITICAL CARE MEDICINE. :9.
8. Huang G, Vengerovsky A, Morris A, Town J,

Carlborn D, Kwon Y. Development of a COVID-19 Point-of-Care Ultrasound Protocol. Journal of the American Society of Echocardiography. juill 2020;33(7):903-5.
9. Schmidt GA, Koenig S, Mayo PH. Shock. Chest. oct 2012;142(4):1042-8.
10. Le Conte P, Pes P, Arnaudet I, Pinaud V, Naux E. Évaluation hémodynamique par échographie en médecine d'urgence. Ann Fr Med Urgence. mai 2016;6(3):185-92.
11. Echographie pleuro pulmonaire en réanimation et aux urgences.pdf.
12. Muller L, Louart G, Lefrant J, Nîmes C. Echocardiographie transthoracique normale en anesthésie, réanimation et urgences. :22.
13. Guidelines for the Appropriate Use of Bed-side General and Cardiac Ultrasonography in the Evaluation of Critically Ill Patients Part II Cardiac Ultrasonography.pdf.
14. Echocardiography In The ICU Time For widespread use Cholley 2006.pdf.
15. point of care multi organ ultrasonography for evaluation of undifferentiated hypotension Volpicelli 2013.pdf.
16. Mosier JM, Stolz U, Milligan R, Roy-Chaudhury A, Lutrick K, Hypes CD, et al. Impact of Point-of-Care Ultrasound in the Emergency Department on Care Processes and Outcomes in Critically Ill Nontraumatic Patients. Critical Care Explorations. juin 2019;1(6):e0019.