



HAL
open science

L'échographie thoracique à l'admission en réanimation peut-elle prédire le pronostic de patients atteints de pneumonie à SARS-Co-V2? Une étude ancillaire française multicentrique rétrospective

Neyla Mohammedi

► **To cite this version:**

Neyla Mohammedi. L'échographie thoracique à l'admission en réanimation peut-elle prédire le pronostic de patients atteints de pneumonie à SARS-Co-V2? Une étude ancillaire française multicentrique rétrospective. Sciences du Vivant [q-bio]. 2022. dumas-03831118

HAL Id: dumas-03831118

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03831118v1>

Submitted on 26 Oct 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**L'échographie thoracique à l'admission en réanimation
peut-elle prédire le pronostic de patients atteints de pneumonie à SARS-Co-V2 ?
Une étude ancillaire française multicentrique rétrospective**

T H È S E

Présentée et publiquement soutenue devant

LA FACULTÉ DES SCIENCES MÉDICALES ET PARAMÉDICALES

DE MARSEILLE

Le 13 Octobre 2022

Par Madame Neyla MOHAMMEDI

Née le 14 mars 1994 à Marseille 05^{ème} (13)

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

D.E.S. d'ANESTHÉSIE RÉANIMATION

Membres du Jury de la Thèse :

Monsieur le Professeur ZIELESKIEWICZ Laurent

Président

Monsieur le Professeur des Universités HRAIECH Sami

Assesseur

Monsieur le Docteur DUCLOS Gary

Directeur

Monsieur le Docteur SIMEONE Pierre

Assesseur

**L'échographie thoracique à l'admission en réanimation
peut-elle prédire le pronostic de patients atteints de pneumonie à SARS-Co-V2 ?
Une étude ancillaire française multicentrique rétrospective**

T H È S E

Présentée et publiquement soutenue devant

LA FACULTÉ DES SCIENCES MÉDICALES ET PARAMÉDICALES

DE MARSEILLE

Le 13 Octobre 2022

Par Madame Neyla MOHAMMEDI

Née le 14 mars 1994 à Marseille 05^{ème} (13)

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

D.E.S. d'ANESTHÉSIE RÉANIMATION

Membres du Jury de la Thèse :

Monsieur le Professeur ZIELESKIEWICZ Laurent

Président

Monsieur le Professeur des Universités HRAIECH Sami

Assesseur

Monsieur le Docteur DUCLOS Gary

Directeur

Monsieur le Docteur SIMEONE Pierre

Assesseur



FACULTÉ DES SCIENCES MÉDICALES & PARAMÉDICALES

Doyen	:	Pr. Georges LEONETTI
Vice-Doyen aux affaires générales	:	Pr. Patrick DESSI
Vice-Doyen aux professions paramédicales	:	Pr. Philippe BERBIS
Conseiller	:	Pr. Patrick VILLANI
Asseseurs :		
➤ aux études	:	Pr. Kathia CHAUMOITRE
➤ à la recherche	:	Pr. Jean-Louis MEGE
➤ à l'unité mixte de formation continue en santé	:	Pr. Justin MICHEL
➤ pour le secteur NORD	:	Pr. Stéphane BERDAH
➤ Groupements Hospitaliers de territoire	:	Pr. Jean-Noël ARGENSON
➤ aux masters	:	Pr. Pascal ADALIAN

Chargés de mission :

➤ sciences humaines et sociales	:	Pr. Pierre LE COZ
➤ relations internationales	:	Pr. Stéphane RANQUE
➤ DU/DIU	:	Pr. Véronique VITTON
➤ DPC, disciplines médicales & biologiques	:	Pr. Frédéric CASTINETTI
➤ DPC, disciplines chirurgicales	:	Dr. Thomas GRAILLON

ÉCOLE DE MEDECINE

Directeur	:	Pr. Jean-Michel VITON
------------------	---	------------------------------

Chargés de mission

▪ PACES – Post-PACES	:	Pr. Régis GUIEU
▪ DFGSM	:	Pr. Anne-Laure PELISSIER
▪ DFASM	:	Pr. Marc BARTHET
▪ Préparation aux ECN	:	Dr Aurélie DAUMAS
▪ DES spécialités	:	Pr. Pierre-Edouard FOURNIER
▪ DES stages hospitaliers	:	Pr. Benjamin BLONDEL
▪ DES MG	:	Pr. Christophe BARTOLI
▪ Démographie médicale	:	Dr. Noémie RESSEGUIER
▪ Etudiant	:	Elise DOMINJON

ÉCOLE DE DE MAIEUTIQUE

Directrice : **Madame Carole ZAKARIAN**

Chargés de mission

- 1^{er} cycle : Madame Estelle BOISSIER
- 2^{ème} cycle : Madame Cécile NINA

ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION

Directeur : **Monsieur Philippe SAUVAGEON**

Chargés de mission

- Masso- kinésithérapie 1^{er} cycle : Madame Béatrice CAORS
- Masso-kinésithérapie 2^{ème} cycle : Madame Joannie HENRY
- Mutualisation des enseignements : Madame Géraldine DEPRES

ÉCOLE DES SCIENCES INFIRMIERES

Directeur : **Monsieur Sébastien COLSON**

Chargés de mission

- Chargée de mission : Madame Sandrine MAYEN RODRIGUES
- Chargé de mission : Monsieur Christophe ROMAN

PROFESSEURS HONORAIRES

MM	AGOSTINI Serge	MM	DELARQUE Alain
	ALBANESE Jacques		DEVIN Robert
	ALDIGHIERI René		DEVRED Philippe
	ALESSANDRINI Pierre		DJIANE Pierre
	ALLIEZ Bernard		DONNET Vincent
	AQUARON Robert		DUCASSOU Jacques
	ARGEME Maxime		DUFOUR Michel
	ASSADOURIAN Robert		DUMON Henri
	AUFFRAY Jean-Pierre		DURAND Jean-Marc
	AUTILLO-TOUATI Amapola		ENJALBERT Alain
	AZORIN Jean-Michel		FAUGERE Gérard
	BAILLE Yves		FAVRE Roger
	BARDOT Jacques		FIECHI Marius
	BARDOT André		FARNARIER Georges
	BERARD Pierre		FIGARELLA Jacques
	BERGOIN Maurice		FIGARELLA-BRANGER Dominique
	BERLAND Yvon		FONTES Michel
	BERNARD Dominique		FRANCES Yves
	BERNARD Jean-Louis		FRANCOIS Georges
	BERNARD Pierre-Marie		FUENTES Pierre
	BERTRAND Edmond		GABRIEL Bernard
	BISSET Jean-Pierre		GALINIER Louis
	BLANC Bernard		GALLAIS Hervé
	BLANC Jean-Louis		GAMERRE Marc
	BOLLINI Gérard		GARCIN Michel
	BONGRAND Pierre		GARNIER Jean-Marc
	BONNEAU Henri		GAUTHIER André
	BONNOIT Jean		GERARD Raymond
	BORY Michel		GEROLAMI-SANTANDREA André
	BOTTA Alain		GIUDICELLI Sébastien
	BOTTA-FRIDLUND Daniëlle		GOUDARD Alain
	BOUBLI Léon		GOUIN François
	BOURGEADE Augustin		GRILLO Jean-Marie
	BOUVENOT Gilles		GRIMAUD Jean-Charles
	BOUYALA Jean-Marie		GRISOLI François
	BREMOND Georges		GROULIER Pierre
	BRICOT René		GUYS Jean-Michel
	BRUNET Christian		HADIDA/SAYAG Jacqueline
	BUREAU Henri		HARLE Jean-Robert
	CAMBOULIVES Jean		HASSOUN Jacques
	CANNONI Maurice		HEIM Marc
	CARTOUZOU Guy		HOUEL Jean
	CAU Pierre		HUGUET Jean-François
	CHABOT Jean-Michel		JAQUET Philippe
	CHAMLIAN Albert		JAMMES Yves
	CHARPIN Denis		JOUVE Paulette
	CHARREL Michel		JUHAN Claude
	CHAUVEL Patrick		JUIN Pierre
	CHOUX Maurice		KAPHAN Gérard
	CIANFARANI François		KASBARIAN Michel
	CLAVERIE Jean-Michel		KLEISBAUER Jean-Pierre
	CLEMENT Robert		LACHARD Jean
	COMBALBERT André		LAFFARGUE Pierre
	CONTE-DEVOLX Bernard		LAUGIER René
	CORRIOL Jacques		LE TREUT Yves
	COULANGE Christian		LEGRE Régis
	CURVALE Georges		LEVY Samuel
	DALMAS Henri		LOUCHET Edmond
	DE MICO Philippe		LOUIS René
	DELPERO Jean-Robert		LUCIANI Jean-Marie
	DESSEIN Alain		MAGALON Guy

PROFESSEURS HONORAIRES

MM MAGNAN Jacques
MALLAN- MANCINI Josette
MALMEJAC Claude
MARANINCHI Dominique
MARTIN Claude
MATTEI Jean François
MERCIER Claude
MICHOTÉY Georges
MIRANDA François
MONFORT Gérard
MONGES André
MONGIN Maurice
MUNDLER Olivier
NAZARIAN Serge
NICOLI René
NOIRCLERC Michel
OLMER Michel
OREHEK Jean
PANUEL Michel
PAPY Jean-Jacques
PAULIN Raymond
PELOUX Yves
PENAUD Antony
PENE Pierre
PIANA Lucien
PICAUD Robert
PIGNOL Fernand
POGGI Louis
POITOUT Dominique
PONCET Michel
POUGET Jean
PRIVAT Yvan
QUILICHINI Francis
RANQUE Jacques
RANQUE Philippe
RAOULT Didier
RICHAUD Christian
RIDINGS Bernard
ROCHAT Hervé
ROHNER Jean-Jacques
ROUX Hubert
ROUX Michel
RUFO Marcel
SAHEL José
SALAMON Georges
SALDUCCI Jacques
SAMBUC Roland
SAN MARCO Jean-Louis
SANKALE Marc
SARACCO Jacques
SARLES Jacques
SARLES - PHILIP Nicole
SASTRE Bernard
SCHIANO Alain
SCOTTO Jean-Claude
SEBAHOUN Gérard
SEITZ Jean-François
SERMENT Gérard
SOULAYROL René
TAMALET Jacques
TARANGER-CHARPIN Colette
THIRION Xavier
THOMASSIN Jean-Marc
TRIGLIA Jean-Michel
UNAL Daniel
VAGUE Philippe
VAGUE/JUHAN Irène
VANUXEM Paul
VERVLOET Daniel
VIALETTES Bernard
WEILLER Pierre-Jean

EMERITAT

2008

M. le Professeur	LEVY Samuel	31/08/2011
Mme le Professeur	JUHAN-VAGUE Irène	31/08/2011
M. le Professeur	PONCET Michel	31/08/2011
M. le Professeur	KASBARIAN Michel	31/08/2011
M. le Professeur	ROBERTOUX Pierre	31/08/2011

2009

M. le Professeur	DJIANE Pierre	31/08/2011
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2012

2010

M. le Professeur	MAGNAN Jacques	31/12/2014
------------------	----------------	------------

2011

M. le Professeur	DI MARINO Vincent	31/08/2015
M. le Professeur	MARTIN Pierre	31/08/2015
M. le Professeur	METRAS Dominique	31/08/2015

2012

M. le Professeur	AUBANIAC Jean-Manuel	31/08/2015
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2015
M. le Professeur	CAMBOULIVES Jean	31/08/2015
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2015
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2015
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2015
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2015

2013

M. le Professeur	BRANCHEREAU Alain	31/08/2016
M. le Professeur	CARAYON Pierre	31/08/2016
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2016
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2016
M. le Professeur	HENRY Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	LE GUICHAOUA Marie-Roberte	31/08/2016
M. le Professeur	RUFO Marcel	31/08/2016
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2016

2014

M. le Professeur	FUENTES Pierre	31/08/2017
M. le Professeur	GAMERRE Marc	31/08/2017
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2017
M. le Professeur	PERAGUT Jean-Claude	31/08/2017
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2017

2015

M. le Professeur	COULANGE Christian	31/08/2018
M. le Professeur	COURAND François	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2016
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2016
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2016

EMERITAT

2016

M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2017
M. le Professeur	BRUNET Christian	31/08/2019
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2017
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2017
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2019
M. le Professeur	JAMMES Yves	31/08/2019
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2017
M. le Professeur	POITOUT Dominique	31/08/2019
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2017
M. le Professeur	VIALETES Bernard	31/08/2019

2017

M. le Professeur	ALESSANDRINI Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2018
M. le Professeur	CHAUVEL Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2018
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2018
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2018
M. le Professeur	SEBBAHOUN Gérard	31/08/2018

2018

M. le Professeur	MARANINCHI Dominique	31/08/2021
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2019
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2019
M. le Professeur	RIDINGS Bernard	31/08/2021

2019

M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2020
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2020
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2020
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2020
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2020
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2020
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2020

2020

M. le Professeur	DELPERO Jean-Robert	31/08/2023
M. le Professeur	GRIMAUD Jean-Charles	31/08/2023
M. le Professeur	SAMBUC Roland	31/08/2023
M. le Professeur	SEITZ Jean-François	31/08/2023
M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2021
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2021
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2021
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2021

EMERITAT

2020

M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2021
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2021

2021

M. le Professeur	BOUBLI Léon	31/08/2024
M. le Professeur	LEGRE Régis	31/08/2024
M. le Professeur	RAOULT Didier	31/08/2024
M. le Professeur	DELPERO Jean-Robert	31/08/2023
M. le Professeur	GRIMAUD Jean-Charles	31/08/2023
M. le Professeur	SAMBUC Roland	31/08/2023
M. le Professeur	SEITZ Jean-François	31/08/2023
M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2022
M. le Professeur	BRUNET Christian	31/08/2022
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2022
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2022
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2022
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2022
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2022

2020

2022

Mme le Professeur	FIGARELLA-BRANGER Dominique	31/08/2025
M. le Professeur	HARLE Jean-Robert	31/08/2025
M. le Professeur	PANUEL Michel	31/08/2025
M. le Professeur	BOUBLI Léon	31/08/2024
M. le Professeur	LEGRE Régis	31/08/2024
M. le Professeur	RAOULT Didier	31/08/2024
M. le Professeur	DELPERO Jean-Robert	31/08/2023
M. le Professeur	GRIMAUD Jean-Charles	31/08/2023
M. le Professeur	SAMBUC Roland	31/08/2023
M. le Professeur	SEITZ Jean-François	31/08/2023
M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2023
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2023
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2023
M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2023
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2023
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2023
M. le Professeur	MARANINCHI Dominique	31/08/2023
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2023

DOCTEURS HONORIS CAUSA

1967

MM. les Professeurs DADI (Italie)
CID DOS SANTOS (Portugal)

1974

MM. les Professeurs MAC ILWAIN (Grande-Bretagne)
T.A. LAMBO (Suisse)

1975

MM. les Professeurs O. SWENSON (U.S.A.)
Lord J.WALTON of DETCHANT (Grande-Bretagne)

1976

MM. les Professeurs P. FRANCHIMONT (Belgique)
Z.J. BOWERS (U.S.A.)

1977

MM. les Professeurs C. GAJDUSEK-Prix Nobel (U.S.A.)
C.GIBBS (U.S.A.)
J. DACIE (Grande-Bretagne)

1978

M. le Président F. HOUPHOUET-BOIGNY (Côte d'Ivoire)

1980

MM. les Professeurs A. MARGULIS (U.S.A.)
R.D. ADAMS (U.S.A.)

1981

MM. les Professeurs H. RAPPAPORT (U.S.A.)
M. SCHOU (Danemark)
M. AMENT (U.S.A.)
Sir A. HUXLEY (Grande-Bretagne)
S. REFSUM (Norvège)

1982

M. le Professeur W.H. HENDREN (U.S.A.)

1985

MM. les Professeurs S. MASSRY (U.S.A.)
KLINSMANN (R.D.A.)

1986

MM. les Professeurs E. MIHICH (U.S.A.)
T. MUNSAT (U.S.A.)
LIANA BOLIS (Suisse)
L.P. ROWLAND (U.S.A.)

1987

M. le Professeur P.J. DYCK (U.S.A.)

1988

MM. les Professeurs R. BERGUER (U.S.A.)
W.K. ENGEL (U.S.A.)
V. ASKANAS (U.S.A.)
J. WEHSTER KIRKLIN (U.S.A.)
A. DAVIGNON (Canada)
A. BETTARELLO (Brésil)

1989

M. le Professeur P. MUSTACCHI (U.S.A.)

1990		DOCTEURS HONORIS CAUSA
MM. les Professeurs		J.G. MC LEOD (Australie) J. PORTER (U.S.A.)
1991		
MM. les Professeurs		J. Edward MC DADE (U.S.A.) W. BURGDORFER (U.S.A.)
1992		
MM. les Professeurs		H.G. SCHWARZACHER (Autriche) D. CARSON (U.S.A.) T. YAMAMURO (Japon)
1994		
MM. les Professeurs		G. KARPATI (Canada) W.J. KOLFF (U.S.A.)
1995		
MM. les Professeurs		D. WALKER (U.S.A.) M. MULLER (Suisse) V. BONOMINI (Italie)
1997		
MM. les Professeurs		C. DINARELLO (U.S.A.) D. STULBERG (U.S.A.) A. MEIKLE DAVISON (Grande-Bretagne) P.I. BRANEMARK (Suède)
1998		
MM. les Professeurs		O. JARDETSKY (U.S.A.)
1999		
MM. les Professeurs		J. BOTELLA LLUSIA (Espagne) D. COLLEN (Belgique) S. DIMAURO (U. S. A.)
2000		
MM. les Professeurs		D. SPIEGEL (U. S. A.) C. R. CONTI (U.S.A.)
2001		
MM. les Professeurs		P-B. BENNET (U. S. A.) G. HUGUES (Grande Bretagne) J-J. O'CONNOR (Grande Bretagne)
2002		
MM. les Professeurs		M. ABEDI (Canada) K. DAI (Chine)
2003		
M. le Professeur Sir		T. MARRIE (Canada) G.K. RADDI (Grande Bretagne)
2004		
M. le Professeur		M. DAKE (U.S.A.)
2005		
M. le Professeur		L. CAVALLI-SFORZA (U.S.A.)
2006		
M. le Professeur		A. R. CASTANEDA (U.S.A.)
2007		
M. le Professeur		S. KAUFMANN (Allemagne)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AGOSTINI FERRANDES Aubert	COSTELLO Régis	HABIB Gilbert
ALIMI Yves	COURBIERE Blandine	HARDWIGSEN Jean
AMABILE Philippe	CRAVELLO Ludovic	HOUVENAEGHEL Gilles
<i>AMBROSI Pierre Surnombre</i>	CUISSET Thomas	HRAIECH Sami
ANDRE Nicolas	DA FONSECA David	JACQUIER Alexis
ARGENSON Jean-Noël	DAHAN-ALCARAZ Laetitia	JOURDE-CHICHE Noémie
ASTOUL Philippe	DANIEL Laurent	JOUVE Jean-Luc
ATTARIAN Shahram	DARMON Patrice	KAPLANSKI Gilles
AUDOUIN Bertrand	DAUMAS Aurélie	KARSENTY Gilles
AUQUIER Pascal	DAVID Thierry	<i>KERBAUL François détachement</i>
AVIERINOS Jean-François	D'ERCOLE Claude	KRAHN Martin
AZULAY Jean-Philippe	D'JOURNO Xavier	LAFFORGUE Pierre
<i>BAILLY Daniel Retraite au 2/11/2022</i>	DEHARO Jean-Claude	LAGIER Jean-Christophe
BARLIER-SETTI Anne	DELAPORTE Emmanuel	LAMBAUDIE Eric
BARLOGIS Vincent	<i>DENIS Danièle Surnombre</i>	LANCON Christophe
BARTHET Marc	DEVILLIER Raynier	LA SCOLA Bernard
BARTOLI Christophe	DISDIER Patrick	LAUNAY Franck
BARTOLI Jean-Michel	DODDOLI Christophe	LAVIEILLE Jean-Pierre
BARTOLI Michel	DRANCOURT Michel	LE CORROLLER Thomas
BARTOLOMEI Fabrice	DUBUS Jean-Christophe	LECHEVALLIER Eric
BASTIDE Cyrille	DUFFAUD Florence	LEHUCHER-MICHEL Marie-Pascale
BELIARD-LASSERRE Sophie	DUFOUR Henry	LEONE Marc
BENSOUSSAN Laurent	DUSSOL Bertrand	LEONETTI Georges
BERBIS Philippe	EBBO Mikaël	LEPIDI Hubert
BERBIS Julie	EUSEBIO Alexandre	<i>LEVY Nicolas disponibilité</i>
BERDAH Stéphane	FABRE Alexandre	LOOSVELD Marie
BEROUD Christophe	FAKHRY Nicolas	MACE Loïc
BERTRAND Baptiste	FAURE Alice	MAGNAN Pierre-Edouard
BERTUCCI François	FELICIAN Olivier	MANCINI Julien
BEYER-BERJOT Laura	FENOLLAR Florence	MEGE Jean-Louis
BLAISE Didier	FLECHER Xavier	MERROT Thierry
BLIN Olivier	FOUILLOUX Virginie	METZLER/GUILLEMAIN Catherine
BLONDEL Benjamin	FOURNIER Pierre-Edouard	MEYER/DUTOUR Anne
BOISSIER Romain	FRANCESCHI Frédéric	MICCALEF/ROLL Joëlle
BONIN/GUILLAUME Sylvie	FUENTES Stéphane	MICHEL Fabrice
BONELLO Laurent	GABERT Jean	MICHEL Gérard
BONNET Jean-Louis	GABORIT Bénédicte	MICHEL Justin
<i>BOUFI Mourad</i>	GAINNIER Marc	<i>MICHELET Pierre disponibilité</i>
BOYER Laurent	<i>GARCIA Stéphane disponibilité</i>	MILH Mathieu
BREGEON Fabienne	GARIBOLDI Vlad	MILLION Matthieu
BRETELLE Florence	GAUDART Jean	MOAL Valérie
BROUQUI Philippe	GAUDY-MARQUESTE Caroline	MORANGE Pierre-Emmanuel
BRUDER Nicolas	GENTILE Stéphanie	MOULIN Guy
BRUE Thierry	GERBEAUX Patrick	MOUTARDIER Vincent
BRUNET Philippe	GEROLAMI/SANTANDREA René	NAUDIN Jean
BURTEY Stéphane	GILBERT/ALESSI Marie-Christine	NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier
CARCOPINO-TUSOLI Xavier	GIORGI Roch	NICOLLAS Richard
CASANOVA Dominique	GIOVANNI Antoine	NGUYEN Karine
CASTINETTI Frédéric	GIRARD Nadine	OLIVE Daniel
CECCALDI Mathieu	GIRAUD/CHABROL Brigitte	OLLIVIER Matthieu
CERMOLACCE Michel	GONCALVES Anthony	OUAFIK L'Houcine
CHAGNAUD Christophe	GONZALEZ Jean- Michel	OVAERT-REGGIO Caroline
CHAMBOST Hervé	GRAILLON Thomas	PADOVANI Laetitia
CHAMPSAUR Pierre	GRANEL/REY Brigitte	PAGANELLI Franck
CHANEZ Pascal	GRANDVAL Philippe	PAPAZIAN Laurent
CHARAFFE-JAUFFRET Emmanuelle	GREILLIER Laurent	PAROLA Philippe
CHARREL Rémi	<i>GROB Jean-Jacques Retraite au 1/10/2022</i>	PELISSIER-ALICOT Anne-Laure
CHAUMOITRE Kathia	GUEDJ Eric	PELLETIER Jean
CHIARONI Jacques	GUIEU Régis	PERRIN Jeanne
CHINOT Olivier	GUIS Sandrine	PESENTI Sébastien
CHOSSEGROS Cyrille	GUYE Maxime	PETIT Philippe
COLLART Frédéric	GUYOT Laurent	PHAM Thao

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique	ROUDIER Jean	VALERO René
PIQUET Philippe	SALAS Sébastien	VAROQUAUX Arthur Damien
PIRRO Nicolas	SARLON-BARTOLI Gabrielle	VELLY Lionel
POINSO François	SCAVARDA Didier	VEY Norbert
RACCAH Denis	SCHLEINITZ Nicolas	VIDAL Vincent
RADULESCO Thomas	SEBAG Frédéric	VIENS Patrice
RANQUE Stéphane	SIELEZNEFF Igor	VILLANI Patrick
REGIS Jean	SIMON Nicolas	VITON Jean-Michel
REYNAUD/GAUBERT Martine	STEIN Andréas	VITTON Véronique
REYNAUD Rachel	SUISSA Laurent	<i>VIEHWEGER Heide Elke détachement</i>
RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth	TAIEB David	VIVIER Eric
RICHERI Raphaëlle	THOMAS Pascal	XERRI Luc
ROCHE Pierre-Hugues	THUNY Franck	ZIELESKIEWICZ Laurent
ROCH Antoine	TOSELLO Barthélémy	
ROCHWERGER Richard	TREBUCHON-DA FONSECA Agnès	
ROLL Patrice	TROPIANO Patrick	
ROSSI Dominique	<i>TSIMARATOS Michel détachement</i>	
ROSSI Pascal	TURRINI Olivier	

PROFESSEUR DES UNIVERSITES

ADALIAN Pascal
AGHABABIAN Valérie
BELIN Pascal
CHABANNON Christian
CHABRIERE Eric
COLSON Sébastien
FERON François
LE COZ Pierre
LEVASSEUR Anthony
RANJEVA Jean-Philippe
SOBOL Hagay

PROFESSEUR CERTIFIE

FRAISSE-MANGIALOMINI Jeanne

PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE à MI-TEMPS

REVIS Joana

PROFESSEUR DES UNIVERSITES MEDECINE GENERALE

GENTILE Gaëtan

PROFESSEUR ASSOCIE DES UNIVERSITES à MI-TEMPS MEDECINE GENERALE

BARGIER Jacques
JANCZEWSKI Aurélie

PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE à TEMPS PLEIN DES DISCIPLINES MEDICALES

BOUSSUGES Alain

PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE A MI-TEMPS DES DISCIPLINES MEDICALES

BOURVIS Nadège

Secrétariat Général - RH

MAJ 01.09.2022

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AHERFI Sarah	GASTALDI Marguerite	ROBERT Thomas
ANGELAKIS Emmanouil (<i>disponibilité</i>)	GAUDRY Marine	ROMANET Pauline
APPAY Romain	GELSI/BOYER Véronique	SABATIER Renaud
ATLAN Catherine (<i>disponibilité</i>)	GIUSIANO COURCAMBECK Sophie	SARI-MINODIER Irène
BEGE Thierry	GOURIET Frédérique	SAULTIER Paul
BENYAMINE Audrey	GUERIN Carole	SAVEANU Alexandru
BIRNBAUM David	GUENOUN MEYSSIGNAC Daphné	STELLMANN Jan-Patrick
BOBOT Mickael	GUIDON Catherine	SUCHON Pierre
BONINI Francesca	GUIVARCH Jokthan	TABOURET Emeline
BOUCRAUT Joseph	HABERT Paul	TOGA Isabelle
BOULAMERY Audrey	HAUTIER Aurélie	TOMASINI Pascale
BOULLU/CIOCCA Sandrine	IBRAHIM KOSTA Manal	TROUDE Lucas
BOUSSEN Salah Michel	JALOUX Charlotte	TROUSSE Delphine
BUFFAT Christophe	JARROT Pierre-André	TUCHTAN-TORRENTS Lucile
CAMILLERI Serge	KASPI-PEZZOLI Elise	VELY Frédéric
CARRON Romain	L'OLLIVIER Coralie	VENTON Geoffroy
CASSAGNE Carole	LABIT-BOUVIER Corinne	VION-DURY Jean
CHAUDET Hervé	LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina	ZATTARA/CANNONI Hélène
CHRETIEN Anne-Sophie	LAGARDE Stanislas	
COZE Carole	LAGIER Aude (<i>disponibilité</i>)	
CUNY Thomas	LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude	
DADOUN Frédéric (<i>disponibilité</i>)	LAMBERT Isabelle	
DALES Jean-Philippe	LENOIR Marien	
DARIEL Anne	LEVY/MOZZICONACCI Annie	
DEGEORGES/VITTE Joëlle (<i>disponibilité</i>)	MAAROUF Adil	
DEHARO Pierre	MACAGNO Nicolas	
DELLIAUX Stéphane	MALISSEN Nausicaa	
DELTEIL Clémence	MAUES DE PAULA André	
DESPLAT/JEGO Sophie	MEGE Diane	
DUBOURG Grégory	MORAND-HUGGET Aurélie	
DUONSEIL Pauline	MOTTOLA GHIGO Giovanna	
DUFOUR Jean-Charles	NINOVE Laetitia	
ELDIN Carole	NOUGAIREDE Antoine	
FOLETTI Jean- Marc	PAULMYER/LACROIX Odile	
FRANKEL Diane	RESSEGUIER Noémie	
FROMNOT Julien	ROBERT Philippe	

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

(mono-appartenants)

ABU ZAINEH Mohammad	DESNUES Benoît	POGGI Marjorie
BARBACARU/PERLES T. A.	MARANINCHI Marie	RUEL Jérôme
BERLAND Caroline	MERHEJ/CHAUVEAU Vicky	THOLLON Lionel
BOYER Sylvie	MEZOUAR Soraya	THIRION Sylvie
DEGIOANNI/SALLE Anna	MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte retraite au 1/10/2022	VERNA Emeline

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

CASANOVA Ludovic
JEGO SABLIER Maëva

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE à MI-TEMPS

BERNAL Alexis	ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle
FIERLING Thomas	THERY Didier
FORTE Jenny	
MITILIAN Eva	

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES à MI-TEMPS

BOURRIQUEN Maryline
LAZZAROTTO Sébastien
LUCAS Guillaume
MATHIEU Marion
MAYENS-RODRIGUES Sandrine
MELLINAS Marie
MORIN-GALFOUT Sara
ROMAN Christophe

TRINQUET Laure
VILLA Milène

CDI LRU TEMPS PLEIN ECOLE DES SCIENCES ET DE LA READAPTION

FORMATION ERGOTHERAPIE

BLANC Catheline
DESPRES Géraldine
GIRAUDIER Anaïs
PAVE Julien

FORMATION PODOLOGIE

GRIFFON Patricia
PETITJEAN Aurélie

FORMATION ORTHOPTIE

MONTICOLO Chloé

FORMATION MASSO-KINESITHERAPIE

AUTHIER Guillaume
CAORS Béatrice
CHAULLET Karine
ERCOLANO Bruno
HENRY Joannie
HOUDANT Benjamin
MIRAPEIX Sébastien
MULLER Philippe
ROSTAGNO Stéphan

CDD LRU TEMPS PLEIN ECOLE DES SCIENCES INFIRMIERES

CHAYS-AMANIA Audrey

CDD LRU TEMPS PLEIN ANGLAIS

GILSINN Amanda

ATTACHE TEMPORAIRE D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

SACHAU-CARCEL Géraldine

CDI LRU ECOLE DE MAÏEUTIQUE

CLADY Emilie
FREMONDIERE Pierre
MATTEO Caroline
MONLEAU Sophie
MUSSARD-HASSLER Pascale
RIQUET Sébastien
ZAKARIAN Carole

PROFESSEURS DES UNIVERSITES et MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS
PROFESSEURS ASSOCIES, MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES mono-appartenants

ANATOMIE 4201

CHAMPSAUR Pierre (PU-PH)
LE CORROLLER Thomas (PU-PH)
PIRRO Nicolas (PU-PH)

GUENOUN-MEYSSIGNAC Daphné (MCU-PH)
LAGIER Aude (MCU-PH) *disponibilité*

THOLLON Lionel (MCF) (60ème section)

ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES 4203

CHARAFE/JAUFFRET Emmanuelle (PU-PH)
DANIEL Laurent (PU-PH)
FIGARELLA/BRANGER Dominique (PU-PH)
GARCIA Stéphane (PU-PH)
XERRI Luc (PU-PH)

APPAY Romain (MCU-PH)
DALES Jean-Philippe (MCU-PH)
GIUSIANO COURCAMBECK Sophie (MCU PH)
LABIT/BOUVIER Corinne (MCU-PH)
MACAGNO Nicolas (MCU-PH)
MAUES DE PAULA André (MCU-PH)

**ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE ;
MEDECINE URGENCE 4801**

BRUDER Nicolas (PU-PH)
LEONE Marc (PU-PH)
MICHEL Fabrice (PU-PH)
VELLY Lionel (PU-PH)
ZIELESKIEWICZ Laurent (PU-PH)

BOUSSEN Salah Michel (MCU-PH)
GUIDON Catherine (MCU-PH)

ANGLAIS 11

FRAISSE-MANGIALOMINI Jeanne (PRCE)

**BIOLOGIE ET MEDECINE DU DEVELOPPEMENT
ET DE LA REPRODUCTION ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5405**

METZLER/GUILLEMAIN Catherine (PU-PH)
PERRIN Jeanne (PU-PH)

ANTHROPOLOGIE 20

ADALIAN Pascal (PR)

DEGIOANNI/SALLE Anna (MCF)
VERNA Emeline (MCF)

SACHAU-CARCEL Géraldine (ATER)

BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE 4501

CHARREL Rémi (PU PH)
DRANCOURT Michel (PU-PH)
FENOLLAR Florence (PU-PH)
FOURNIER Pierre-Edouard (PU-PH)
NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier (PU-PH)
LA SCOLA Bernard (PU-PH)

AHERFI Sarah (MCU-PH)
ANGELAKIS Emmanouil (MCU-PH) *disponibilité*
DUBOURG Grégory (MCU-PH)
GOURIET Frédérique (MCU-PH)
NOUGAIREDE Antoine (MCU-PH)
NINOVE Laetitia (MCU-PH)

CHABRIERE Eric (PR) (64ème section)

LEVASSEUR Anthony (PR) (64ème section)
DESNUES Benoit (MCF) (65ème section)
MERHEJ/CHAUVEAU Vicky (MCF) (87ème section)

BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE 4401

BARLIER/SETTI Anne (PU-PH)
GABERT Jean (PU-PH)
GUIEU Régis (PU-PH)
OUAFIK L'Houcine (PU-PH)

BUFFAT Christophe (MCU-PH)
FROMNOT Julien (MCU-PH)
MARLINGE Marion (MCU-PH)
MOTTOLA GHIGO Giovanna (MCU-PH)
ROMANET Pauline (MCU-PH)
SAVEANU Alexandru (MCU-PH)

BIOLOGIE CELLULAIRE 4403

ROLL Patrice (PU-PH)

FRANKEL Diane (MCU-PH)
GASTALDI Marguerite (MCU-PH)
KASPI-PEZZOLI Elise (MCU-PH)
LEVY-MOZZICONNACCI Annie (MCU-PH)

GUEDJ Eric (PU-PH)
 GUYE Maxime (PU-PH)
 TAIEB David (PU-PH)

BELIN Pascal (PR) (69ème section)
 RANJEVA Jean-Philippe (PR) (69ème section)

CAMMILLERI Serge (MCU-PH)
 VION-DURY Jean (MCU-PH)

BARBACARU/PERLES Téodora Adriana (MCF) (69ème section)

**BIOSTATISTIQUES, INFORMATIQUE MEDICALE
 ET TECHNOLOGIES DE COMMUNICATION 4604**

GAUDART Jean (PU-PH)
 GIORGI Roch (PU-PH)
 MANCINI Julien (PU-PH)

CHAUDET Hervé (MCU-PH)
 DUFOUR Jean-Charles (MCU-PH)

ABU ZAINEH Mohammad (MCF) (5ème section)
 BOYER Sylvie (MCF) (5ème section)

CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE 5002

ARGENSON Jean-Noël (PU-PH)
 BLONDEL Benjamin (PU-PH)
 FLECHER Xavier (PU PH)
 OLLIVIER Matthieu (PU-PH)
 ROCHWERGER Richard (PU-PH)
 TROPIANO Patrick (PU-PH)

CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE 4702

BERTUCCI François (PU-PH)
 CHINOT Olivier (PU-PH)
 DUFFAUD Florence (PU-PH)
 GONCALVES Anthony (PU-PH)
 HOUVENAEGHEL Gilles (PU-PH)
 LAMBAUDIE Eric (PU-PH)
 PADOVANI Laetitia (PH-PH)
 SALAS Sébastien (PU-PH)
 VIENS Patrice (PU-PH)

SABATIER Renaud (MCU-PH)
 TABOURET Emeline (MCU-PH)

AVIERINOS Jean-François (PU-PH)
 BONELLO Laurent (PU PH)
 BONNET Jean-Louis (PU-PH)
 CUISSET Thomas (PU-PH)
 DEHARO Jean-Claude (PU-PH)
 FRANCESCHI Frédéric (PU-PH)
 HABIB Gilbert (PU-PH)
 PAGANELLI Franck (PU-PH)
 THUNY Franck (PU-PH)

DEHARO Pierre (MCU PH)

CHIRURGIE VISCERALE ET DIGESTIVE 5202

BERDAH Stéphane (PU-PH)
 BEYER-BERJOT Laura (PU-PH)
 HARDWIGSEN Jean (PU-PH)
 MOUTARDIER Vincent (PU-PH)
 SEBAG Frédéric (PU-PH)
 SIELEZNEFF Igor (PU-PH)
 TURRINI Olivier (PU-PH)

BEGE Thierry (MCU-PH)
 BIRNBAUM David (MCU-PH)
 DUONSEIL Pauline (MCU-PH)
 GUERIN Carole (MCU PH)
 MEGE Diane (MCU-PH)

CHIRURGIE INFANTILE 5402

FAURE Alice (PU PH)
 JOUVE Jean-Luc (PU-PH)
 LAUNAY Franck (PU-PH)
 MERROT Thierry (PU-PH)
 PESENTI Sébastien (PU-PH)
 VIEHWEGER Heide Elke (PU-PH) *détachement*

DARIEL Anne (MCU-PH)

CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE 5503

CHOSSEGROS Cyrille (PU-PH)
 GUYOT Laurent (PU-PH)

FOLETTI Jean-Marc (MCU-PH)

CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE 5103

COLLART Frédéric (PU-PH)
D'JOURNO Xavier (PU-PH)
DODDOLI Christophe (PU-PH)
FOUILLOUX Virginie (PU-PH)
GARIBOLDI Vlad (PU-PH)
MACE Loïc (PU-PH)
THOMAS Pascal (PU-PH)

LENOIR Marien (MCU-PH)
TROUSSE Delphine (MCU-PH)

**CHIRURGIE PLASTIQUE,
RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE ; BRÛLOGIE 5004**

BERTRAND Baptiste (PU-PH)
CASANOVA Dominique (PU-PH)

HAUTIER Aurélie (MCU-PH)
JALOUX Charlotte (MCU PH)

CHIRURGIE VASCULAIRE ; MEDECINE VASCULAIRE 5104

ALIMI Yves (PU-PH)
AMABILE Philippe (PU-PH)
BARTOLI Michel (PU-PH)
BOUFI Mourad (PU-PH)
MAGNAN Pierre-Edouard (PU-PH)
PIQUET Philippe (PU-PH)
SARLON-BARTOLI Gabrielle (PU PH)

GAUDRY Marine (MCU PH)

GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE ; ADDICTOLOGIE 5201

BARTHET Marc (PU-PH)
DAHAN-ALCARAZ Laetitia (PU-PH)
GEROLAMI-SANTANDREA René (PU-PH)
GONZALEZ Jean-Michel (PU-PH)
GRANDVAL Philippe (PU-PH)
VITTON Véronique (PU-PH)

HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE 4202

LEPIDI Hubert (PU-PH)

PAULMYER/LACROIX Odile (MCU-PH)

DERMATOLOGIE - VENEREOLOGIE 5003

BERBIS Philippe (PU-PH)
DELAPORTE Emmanuel (PU-PH)
GAUDY/MARQUESTE Caroline (PU-PH)
GROB Jean-Jacques (PU-PH) Retraite au 1/10/2022
RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth (PU-PH)

MALISSEN Nausicaa (MCU-PH)

GENETIQUE 4704

BEROUD Christophe (PU-PH)
KRAHN Martin (PU-PH)
LEVY Nicolas (PU-PH) Disponibilité
NGYUEN Karine (PU-PH)

ZATTARA/CANNONI Hélène (MCU-PH)

GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5403

AGOSTINI Aubert (PU-PH)
BRETELLE Florence (PU-PH)
CARCOPINO-TUSOLI Xavier (PU-PH)
COURBIERE Blandine (PU-PH)
CRAVELLO Ludovic (PU-PH)
D'ERCOLE Claude (PU-PH)

**ENDOCRINOLOGIE ,DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES ;
GYNECOLOGIE MEDICALE 5404**

BRUE Thierry (PU-PH)
CASTINETTI Frédéric (PU-PH)

CUNY Thomas (MCU PH)

AUQUIER Pascal (PU-PH)
 BERBIS Julie (PU-PH)
 BOYER Laurent (PU-PH)
 GENTILE Stéphanie (PU-PH)

LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude (MCU-PH)
 RESSEGUIER Noémie (MCU-PH)

MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte (MCF) Retraite au 1/10/2022

IMMUNOLOGIE 4703

KAPLANSKI Gilles (PU-PH)
 MEGE Jean-Louis (PU-PH)
 OLIVE Daniel (PU-PH)
 VIVIER Eric (PU-PH)

FERON François (PR) (69ème section)

BOUCRAUT Joseph (MCU-PH)
 CHRETIEN Anne-Sophie (MCU PH)
 DEGEORGES/VITTE Joëlle (MCU-PH)
 DESPLAT/JEGO Sophie (MCU-PH)
 JARROT Pierre-André (MCU PH)
 ROBERT Philippe (MCU-PH)
 VELY Frédéric (MCU-PH)

BLAISE Didier (PU-PH)
 COSTELLO Régis (PU-PH)
 CHIARONI Jacques (PU-PH)
 DEVILLIER Raynier (PU PH)
 GILBERT/ALESSI Marie-Christine (PU-PH)
 LOOSVELD Marie (PU-PH)
 MORANGE Pierre-Emmanuel (PU-PH)
 VEY Norbert (PU-PH)

GELSI/BOYER Véronique (MCU-PH)
 IBRAHIM KOSTA Manal (MCU PH)
 LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina (MCU-PH)
 SUCHON Pierre (MCU-PH)
 VENTON (MCU-PH)

POGGI Marjorie (MCF) (64ème section)

MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE 4603

BARTOLI Christophe (PU-PH)
 LEONETTI Georges (PU-PH)
 PELISSIER-ALICOT Anne-Laure (PU-PH)
 PIERCECCHI-MARTI Marie-Dominique (PU-PH)

DELTEIL Clémence (MCU PH)
 TUCHANT-TORRENTS Lucile (MCU-PH)

BERLAND Caroline (MCF) (1ère section)

MALADIES INFECTIEUSES ; MALADIES TROPICALES 4503

BROUQUI Philippe (PU-PH)
 LAGIER Jean-Christophe (PU-PH)
 MILLION Matthieu (PU-PH)
 PAROLA Philippe (PU-PH)
 STEIN Andréas (PU-PH)

ELDIN Carole (MCU-PH)

MEDECINE D'URGENCE 4805

GERBEAUX Patrick (PU PH)
KERBAUL François (PU-PH) détachement
MICHELET Pierre (PU-PH) Disponibilité

MEDECINE INTERNE ; GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT ; ADDICTOLOGIE 5301

BONIN/GUILLAUME Sylvie (PU-PH)
 DISDIER Patrick (PU-PH)
 EBBO Mikael (PU-PH)
 GRANEL/REY Brigitte (PU-PH)
 ROSSI Pascal (PU-PH)
 SCHLEINITZ Nicolas (PU-PH)

BENYAMINE Audrey (MCU-PH)

MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION 4905

BENSOUSSAN Laurent (PU-PH)
 VITON Jean-Michel (PU-PH)

MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL 4602

LEHUCHER/MICHEL Marie-Pascale (PU-PH)

SARI/MINODIER Irène (MCU-PH)

MEDECINE GENERALE 5303

GENTILE Gaëtan (PR Méd. Gén. Temps plein)

BARGIER Jacques (PR associé Méd. Gén. À mi-temps)

JANCZEWSKI Aurélie (PR associé Méd. Gén. À mi-temps)

CASANOVA Ludovic (MCF Méd. Gén. Temps plein)

JEGO SABLIER Maëva (MCF Méd. Gén. Temps plein)

BERNAL Alexis (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

FIERLING Thomas (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

FORTE Jenny (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

MITILIAN Eva (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

THERY Didier (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps) (nomination au 1/10/2019)

NUTRITION 4404

BELIARD Sophie (PU-PH)

DARMON Patrice (PU-PH)

RACCAH Denis (PU-PH)

VALERO René (PU-PH)

ATLAN Catherine (MCU-PH) disponibilité

MARANINCHI Marie (MCF) (66ème section)

ONCOLOGIE 65 (BIOLOGIE CELLULAIRE)

CHABANNON Christian (PR) (66ème section)

SOBOL Hagay (PR) (65ème section)

MEZOUAR Soraya (65ème section)

OPHTALMOLOGIE 5502

DAVID Thierry (PU-PH)

*DENIS Danièle (PU-PH) Surnombre***OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE 5501**

DESSI Patrick (PU-PH)

FAKHRY Nicolas (PU-PH)

GIOVANNI Antoine (PU-PH)

LAVIEILLE Jean-Pierre (PU-PH)

MICHEL Justin (PU-PH)

NICOLLAS Richard (PU-PH)

RADULESCO Thomas (PU-PH)

NEPHROLOGIE 5203

BRUNET Philippe (PU-PH)

BURTEY Stéphanne (PU-PH)

DUSSOL Bertrand (PU-PH)

JOURDE CHICHE Noémie (PU PH)

MOAL Valérie (PU-PH)

BOBOT Mickael (MCU-PH)

ROBERT Thomas (MCU-PH)

NEUROCHIRURGIE 4902

DUFOUR Henry (PU-PH)

FUENTES Stéphane (PU-PH)

GRAILLON Thomas (PU PH)

REGIS Jean (PU-PH)

ROCHE Pierre-Hugues (PU-PH)

SCAVARDA Didier (PU-PH)

CARRON Romain (MCU PH)

TROUDE Lucas (MCU-PH)

NEUROLOGIE 4901

ATTARIAN Sharham (PU PH)

AUDOIN Bertrand (PU-PH)

AZULAY Jean-Philippe (PU-PH)

CECCALDI Mathieu (PU-PH)

EUSEBIO Alexandre (PU-PH)

FELICIAN Olivier (PU-PH)

PELLETIER Jean (PU-PH)

SUISSA Laurent (PU-PH)

MAAROUF Adil (MCU-PH)

PEDOPSYCHIATRIE; ADDICTOLOGIE 4904

DA FONSECA David (PU-PH)

POINSO François (PU-PH)

BOURVIS Nadège (PR associée)

GUIVARCH Jokthan (MCU-PH)

**PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE -
PHARMACOLOGIE CLINIQUE; ADDICTOLOGIE 4803**

BLIN Olivier (PU-PH)

MICALLEF/ROLL Joëlle (PU-PH)

SIMON Nicolas (PU-PH)

BOULAMERY Audrey (MCU-PH)

PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE 4502

RANQUE Stéphane (PU-PH)

CASSAGNE Carole (MCU-PH)

L'OLLIVIER Coralie (MCU-PH)

TOGA Isabelle (MCU-PH)

PHILOSOPHIE 17

LE COZ Pierre (PR) (17ème section)

MATHIEU Marion (MAST)

PEDIATRIE 5401

ANDRE Nicolas (PU-PH)

BARLOGIS Vincent (PU-PH)

CHAMBOST Hervé (PU-PH)

DUBUS Jean-Christophe (PU-PH)

FABRE Alexandre (PU-PH)

GIRAUD/CHABROL Brigitte (PU-PH)

MICHEL Gérard (PU-PH)

MILH Mathieu (PU-PH)

OVAERT-REGGIO Caroline (PU-PH)

REYNAUD Rachel (PU-PH)

TOSELLO Barthélémy (PU-PH)

TSIMARATOS Michel (PU-PH)

COZE Carole (MCU-PH)

MORAND-HUGGET Aurélie (MCU-PH)

SAULTIER Paul (MCU-PH)

PHYSIOLOGIE 4402

BARTOLOMEI Fabrice (PU-PH)

BREGEON Fabienne (PU-PH)

GABORIT Bénédicte (PU-PH)

MEYER/DUTOUR Anne (PU-PH)

TREBUCHON/DA FONSECA Agnès (PU-PH)

BOUSSUGES Alain (PR associé à temps plein)

BONINI Francesca (MCU-PH)

BOULLU/CIOCCA Sandrine (MCU-PH)

DADOUN Frédéric (MCU-PH) (disponibilité)

DELLIAUX Stéphane (MCU-PH)

LAGARDE Stanislas (MCU-PH)

LAMBERT Isabelle (MCU-PH)

RUEL Jérôme (MCF) (69ème section)

THIRION Sylvie (MCF) (66ème section)

PSYCHIATRIE D'ADULTES ; ADDICTOLOGIE 4903*BAILLY Daniel (PU-PH) Retraite au 2/11/2022*

CERMOLACCE Michel (PU-PH)

LANCON Christophe (PU-PH)

NAUDIN Jean (PU-PH)

RICHIERI Raphaëlle (PU-PH)

PNEUMOLOGIE; ADDICTOLOGIE 5101

ASTOUL Philippe (PU-PH)

CHANEZ Pascal (PU-PH)

GREILLIER Laurent (PU PH)

REYNAUD/GAUBERT Martine (PU-PH)

TOMASINI Pascale (MCU-PH)

PSYCHOLOGIE - PSYCHOLOGIE CLINIQUE, PCYCHOLOGIE SOCIALE 16

AGHABABIAN Valérie (PR)

RHUMATOLOGIE 5001**RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE 4302**

BARTOLI Jean-Michel (PU-PH)

CHAGNAUD Christophe (PU-PH)

CHAUMOITRE Kathia (PU-PH)

GIRARD Nadine (PU-PH)

JACQUIER Alexis (PU-PH)

MOULIN Guy (PU-PH)

PETIT Philippe (PU-PH)

VAROQUAUX Arthur Damien (PU-PH)

VIDAL Vincent (PU-PH)

HABERT Paul (MCU PH)

STELLMANN Jan-Patrick (MCU-PH)

GUIS Sandrine (PU-PH)

LAFFORGUE Pierre (PU-PH)

PHAM Thao (PU-PH)

ROUDIER Jean (PU-PH)

THERAPEUTIQUE; MEDECINE D'URGENCE; ADDICTOLOGIE 4804*AMBROSI Pierre (PU-PH) Surnombre*

DAUMAS Aurélie (PU-PH)

VILLANI Patrick (PU-PH)

REANIMATION MEDICALE ; MEDECINE URGENCE 4802

GAINNIER Marc (PU-PH)
 HRAIECH Sami (PU-PH)
 PAPAZIAN Laurent (PU-PH)
 ROCH Antoine (PU-PH)

UROLOGIE 5204

BASTIDE Cyrille (PU-PH)
 BOISSIER Romain (PU-PH)
 KARSENTY Gilles (PU-PH)
 LECHEVALLIER Eric (PU-PH)
 ROSSI Dominique (PU-PH)

SCIENCES DE LA REEDUCATION ET READAPTATION 91

REVIS Joana (PAST)

AUTHIER Guillaume
 BLANC Catheline
 CAORS Béatrice
 CHAULLET Karine
 ERCOLANO Bruno
 GRIFFON Patricia
 GIRAUDIER Anaïs
 GRIFFON Patricia
 HENRY Joannie
 HOUDANT Benjamin
 MIRAPEIX Sébastien
 MONTICOLO Chloé
 MULLER Philippe
 PAVE Julien
 PETITJEAN Aurélie
 ROSTAGNO Stéphane

LAZZAROTTO Sébastien (MAST)
 TRINQUET Laure (MAST)

MAÏEUTIQUE 90

CLADY Emilie
 FREMONDIERE Pierre
 MATTEO Caroline
 MONLEAU Sophie
 MUSSARD-HASSLER Pascale
 REPELLIN David
 RIQUET Sébastien
 ZAKARIAN Carole

SCIENCES INFIRMIERES 92

COLSON Sébastien (PR)
 BOURRIQUEN Maryline (MAST)
 LUCAS Guillaume (MAST)
 MAYEN-RODRIGUES Sandrine (MAST)
 MELLINAS Marie (MAST)
 ROMAN Christophe (MAST)
 VILLA Milène (MAST)

ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE ET ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE 56-01

CAMOIN Ariane (MCU-PH)
 GAUBERT Jacques (MCU-PH)

BLANCHET Isabelle (MCF ASS)

CHIRURGIE ORALE; PARODONTOLOGIE; BIOLOGIE ORALE 57-01

MONNET-CORTI Virginie (PU-PH)
 CAMPANA Fabrice (MCU-PH)
 CATHERINE Jean-Hugues (MCU-PH)
 ANTEZACK Angéline (MCU-PH)

PREVENTION, EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE, ODONTOLOGIE LEGALE 56-02

FOTI Bruno (PU-PH)
 LE GALL Michel (PU-PH)

LAN Romain (MCU-PH)

DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX 58-01

TERRER Elodie (PU-PH)

ABOUDHARAM Gérard (MCU-PH)
 GIRAUD Thomas (MCU-PH)
 GIRAudeau Anne (MCU-PH)
 GUIVARC'H Maud (MCU-PH)
 JACQUOT Bruno (MCU-PH)
 LABORDE Gilles (MCU-PH)
 LAURENT Michel (MCU-PH)
 MAILLE Gérald (MCU-PH)

MENSE Chloé (MCU-PH)
 SILVESTRI Frédéric (MCU-PH)
 BALLESTER Benoît (MCF ASS)
 CASAZZA Estelle (MCF ASS)

Je voudrais remercier pour commencer mon jury

Au **Dr Duclos**, pour être directeur de cette thèse, qui m'a guidée de façon plus que complète du début à la fin et grâce à qui ce travail a pu devenir un article et être publié. Je te remercie également pour ce que tu m'as apporté et m'apportes en tant que chef, que ce soit en connaissances ou en exemple de force de travail. J'ai encore bien du chemin à parcourir pour espérer arriver à ton niveau d'efficacité mais je ne me décourage pas !

Au **Dr Simeone**, pour avoir accepté de juger ce travail, mais surtout pour m'avoir donné confiance pendant la période délicate qu'est le début d'internat. Tes conseils et ta bienveillance m'ont énormément aidée sur le moment et par la suite, je t'en suis extrêmement reconnaissante.

Au **Pr Hraiech**, également pour avoir accepté d'apporter ton expertise à ce jury, mais aussi pour ce que tu m'as enseigné pendant ce semestre particulier placé sous le signe du Covid, que ce soit en connaissances sur le SDRA ou en modèle de rigueur. C'était un plaisir de travailler avec toi.

Au **Pr Zielekiewicz**, pour avoir accepté de présider ce jury, pour m'avoir proposé ce travail et pour m'avoir toujours encouragée. Plus globalement, merci pour l'investissement que tu mets dans notre formation ; merci de toujours vouloir nous apprendre quelque chose de nouveau, sans jamais te départir de ton humour ni de ta bienveillance. Merci d'avoir organisé une soirée le jour de ma soutenance mobilisant la moitié de mon jury à l'autre bout de Marseille, ça a rajouté un peu de sel dans l'organisation de cette thèse !

J'adresse également mes remerciements aux autres chefs qui m'ont permis de progresser pendant cet internat

A l'équipe d'Avignon pour tout ce qu'ils m'ont appris pendant ce premier semestre chez eux.

A l'équipe de la poly de la Timone, avec une mention spéciale pour JB et tous ceux qui m'ont permis de faire mes premières expériences (gaffes) d'interne. Merci à vous.

A l'équipe de la DRIS, pour avoir fait de ce stage qui s'annonçait très compliqué un super souvenir. Merci pour tout ce que vous nous avez appris. Merci **Florence** (je n'oublie pas que la fac ne m'a pas virée grâce à toi), **Laura** (que ce soit pour des gardes ou des soirées, on aura fait quelques nuits blanches), **Matthieu** et **Matthieu**, **Noémie**, **Inès** (on a finalement peu bossé ensemble, mais on aura bien rigolé quand même), **Clotilde** (mon modèle pour plein de raisons dont parce que "quand on récupère un arrêt en milieu hostile, on s'achète une robe Maje", à bientôt à la montagne), **Saïda** (ces trajets à Montpellier inoubliables...), **Aude**, **Claire**, **Mickael** (Mickatchu)...

A l'équipe d'AR pédiatrique de la Timone, j'ai énormément appris grâce à vous sur un domaine vraiment complexe. Mention spéciale à **Camille** (pour ces matinées de l'enfer à se prendre la tête sur les nutritions des petits métabos, d'y penser j'ai des frissons d'horreur).

A l'équipe de l'URCV, merci **Romain**, **Delphine**, **Johanna**, **Maurice**, **Benoît**, **Béa**, **Albin** (je n'aurais pas pu avoir meilleur CCA pour ce stage compliqué), **Salem** (après m'avoir presque grondée que mon père, je crois que je sais tenir une aiguille d'ALR correctement !) et **Alice** (la valeur n'attend pas le nombre d'années de doctorat).

A l'équipe du DAR Nord, je vous dois énormément pour ma formation. Merci à ceux de la réa pour ce semestre de 7 mois dont je garde un super souvenir, notamment merci à Charlotte, Manue, au Pr Leone, Aurelia, Estelle ; à ceux du bloc ortho qui m'ont enseigné tellement de choses : Carole, Marion, Pauline, Linda et tous les autres ; à mes chefs de la mater avec qui je me régale au quotidien : **Camille C**, **Sophie**, **Jess**, **Henri**, **Jules**... Et puis au reste du bloc : **Alex** (pour me montrer au quotidien que l'on peut être à 1000 à l'heure et en même temps toujours concentré et brillant et pour tous ces super moments qu'on a pu passer ensemble avec cette drôle de team Covid 1ere vague), **Bruno** (notre génial CCA du Covid), **Caro** et **Manon** (vous avez été de fantastiques co-internes quand j'étais une petite débutante, et maintenant de super chefs, au plaisir de se reboire des tisanes jusqu'à 2h du mat en débriefant les vieux potins...), **Camille N** (pareil), **Ambroise**, **Pierre**, **Julien**,... Vous êtes littéralement 50 sur le service donc dur de citer tout le monde, mais dans tous les cas, merci à tous.

A ma famille :

A **mes parents**, deux personnes exceptionnelles, qui m'ont transmis leurs idéaux (peut-être un peu trop, désolée Papa) et leurs valeurs, qui participent à construire la personne que je suis en m'enseignant les leçons de leurs vies si riches. Si on me demande qui j'admire, je cite ma mère, cette force de la nature qui a toujours vaincu les obstacles avec une force extraordinaire, et mon père, la personne la plus fiable et dévouée que j'ai pu rencontrer. Merci à vous d'avoir toujours tout donné pour Ryan et moi, et merci d'avoir réussi l'équilibre de nous faire sentir unique tout en nous inculquant les principes qui vous sont chers.

A **Ryan**, mon petit (grand) frère, probablement celui qui parvient le plus souvent à me rabattre le caquet, et Dieu sait que ce n'est pas chose facile. Merci pour tout, pour ces innombrables trajets en voiture sur fond de rap, pour les souvenirs à la pelle, pour ton rire communicatif, pour cet humour que j'adore, et toutes ces qualités qui compensent les moments où j'ai envie de te mettre des claques.

Au côté Rahal, cette fine équipe, j'espère que pour cette thèse vous allez faire la fête comme vous en avez l'habitude. A **Hakima** et **Kamel** (trop de souvenirs à citer, des dragibus aux klaxons dans la rue Sainte-Agnès pour le bac), **Marcello** et **Nora** (tante, confidente, styliste et à l'occasion colloc infatigable), **Nagib**, **Kenza**, **Mona**, **Ichem** et **Yanis** (vous serez toujours des bébés pour moi, même au collège, même majeurs), **Thierry** et **Yasmina** (des glaces à Mcdo après le ciné aux pistes de ski, tu nous as régales), **Jeanne** et **Loulou** (qui sont maintenant plus grandes que moi j'hallucine), **Jean-François** et **Djamila**, **Nael** et **Tomi** (pour tous ces moments qu'on aura passés ensemble, aux Micocouliers, dans le camping-car, au ski #civière), **Manon** (pour être une cousine géniale, les souvenirs seraient trop nombreux à citer), **Saleha**, **Nadège** et **Nadia** (les voyageuses de l'extrême), **Imen** (pour ces bêtises qu'on aura pu inventer pendant nos heures de "sieste")... A tous ceux que je ne peux citer parce que ce serait encore bien long mais que j'ai une thèse à rendre. Bien sûr, à **Rachid**, je sais que tu n'es pas loin, on aura tous une pensée pour toi.

Au côté Mohammedi, merci pour tous ces moments passés à Paris, en Algérie ou ailleurs, pour ces soirées à se raconter des blagues ou des contes, pour les parties de dominos, pour les nuits sur le toit de la maison à contempler les étoiles de Kabylie... Merci **Sadia** (pour ton super accueil à chaque petite excursion à Paris), **Ahmed** et **Ferrou** (pour tous ces bons moments avec vous qui ont fait bâti mon enfance), **Mourad** et **Lila**, **Arezki** et **Naima** (toujours en forme quoi qu'il arrive), **Hassina**, **Zakia**, **Hocine** (pour tout ce que tu fais pour nous tous) et **Rachida** (merci pour ton humour et ta gaité). Aux nombreux cousins : **Selyane**, **Naëlle**, **Ferriel**, **Sami**, **Lina**, **Sarah**, **Yanis**, **Manel**, **Meriem**, **Mounir**, **Amine**, **Nagib**...

A **Leila**, **Ramzy**, **Baida**, **Ben**, **Souad**, **Aziz**, **Karima**, vous êtes aussi un peu mes oncles et mes tantes, et je vous dois à tous beaucoup. Merci d'avoir été présents dans les bons (et les moins bons) moments, je suis contente de fêter ça avec vous.

A mes amis et à mes cointernes,

A **Marion**, 12 ans de coup de foudre amical et depuis on reste le "duo comme ça". Tu es ma soeur, ma confidente, celle qui comprend toujours et celle qui n'a pas peur de me secouer quand il faut. Tu as toujours été là quoi qu'il arrive, à n'importe quelle heure, à n'importe quel millier de kilomètres. T'as supporté tous mes états-d'âme plus ou moins stoïquement, avec une patience incroyable. Au-delà de ton amitié, que tu dispenses sans compter, tu es aussi une personne brillante ; je suis tellement fière de toi, et je sais que ça ne fait que commencer. Merci pour tout.

A **Claire**, merci d'avoir été toujours présente. J'ai vécu plus de vie avec toi que sans. J'ai hâte du reste de nos aventures, entre théâtres, océans et terrasses de café...

A **Lucie**, mon binôme de ces études ; je peux dire honnêtement que je n'aurais pas été jusque-là sans toi. Merci de m'entraîner dans tes aventures incroyables, des tiers-lieux de la porte d'Aix au fin fond de la jungle amazonienne. Merci également de me donner un exemple de courage, d'intelligence, de détermination et d'ouverture d'esprit. "On est pas des chatons mais des tigres wesh".

A **Julie**, mon indéfectible acolyte depuis trois ans, sur l'A7 ou au Bunny's, au bloc ou sous les cocotiers... Cette amitié inattendue, mais non moins importante et intense, aura été un pilier de mon internat. Merci d'être une amie aussi loyale (sauf pour les plannings de gardes bitch !), d'écouter mes debriefs post-garde d'une heure 30, de remonter la jauge de confiance en moi quand elle est à plat et plus généralement d'avoir été là quand j'en avais le plus besoin. Surtout, merci de me faire pleurer de rire, volontairement ou non...

A **Margaux**, pour ton audace contagieuse, ta générosité, ton goût de l'aventure... Merci d'organiser avec tant d'énergie des week-end ou des vacances qui sortent de l'ordinaire et de nous y traîner. Merci de nous avoir présentés le Daill et la Mich qui sont géniaux, merci d'avoir toujours des conseils avisés pour tous nos problèmes de la vie, et merci de faire quelques milliers de kilomètres pour venir fêter cette thèse...

A **Philippe**, ta gentillesse, ton humour et ta sérénité font tellement de bien, que ce soit à l'hôpital où en dehors ! Merci d'avoir supporté mes humeurs versatiles avec le sourire.

A **Marion L**, le S, la seule qui peut jalouser mon bronzage, tu fais partie de mes meilleures rencontres de cet internat. Tu as mis un peu de joie dans mes soirées d'hiver 2020-2021 (pas le plus funky on l'avouera). Merci d'être une amie fiable et généreuse, toujours motivée à sortir faire la fête (ou la crêpe).

A **Manon**, pour cette amitié débutée autour de bébés sous CPAP à se raconter nos vies, poursuivie par des "podcasts" interposés. Parce que le chemin est toujours long mais qu'il est parfois bon de voir celui déjà parcouru.

A **Ana**, ma loutre, merci pour tous ces souvenirs incroyables qu'un partage. Tu as adouci ma P1, avec ton humour, ta vision de la vie et ton soutien. A **Mama** et **Fanny**, chaque moment passé ensemble est une occasion de rire. Merci à vous trois d'être aussi chouettes, Fanny rdv dans 3 ans pour ton tour !

A **Mehdi**, mon "2e colloc", ta gentillesse, ta droiture et ton humour font de toi une personne extraordinaire, merci d'être là.

A **Paupau, Nono, Sandra et Claire**, les copines de l'externat, pour m'avoir donné des bouffées d'air frais entre les révisions, pour tous ces supers moments depuis qu'on a fini cette D4 (et toutes ces parties d'aventuriers du rail).

A **Massad**, tu as rendu cet externat tellement plus drôle que ce qu'il aurait été sinon ! Merci de m'avoir aidée à procurer des acouphènes à tout un amphitheâtre, merci pour ces fous-rires à répétition, et pour être toujours aussi marrant de l'autre côté du champ (c'était pas gagné). Bientôt Nuit Debout le retour, tkt on dort pas !

A l'équipe K du C et affiliés, pour tous ces supers souvenirs que je garde : **Zoé** (la fougère est toujours vivante merci), **Justine, Castoune, Paul, Cécile, Lauranne, Romain...**

Aux Pipoles, cette bande éclectique. Vous savez que je vous aime, vous voir m'apaise toujours et me fait partir reboostée. Ces études de médecine vous les avez presque vécues aussi à force de vous raconter mes aventures 😊

- **Polo**, ta loyauté et ta résilience sont des exemples pour moi. Merci pour toutes ces soirées passées à décortiquer et analyser les choses, à dévorer de la glace, à faire des projets fous. Je sais que j'aurais une pensée d'Asie pour cette soutenance...

- A **Romain**, mon faux amoureux, notre grand malheur c'est d'avoir l'air trop bien ensemble ! Merci pour ce que tu es, pour être si drôle, pour manier l'art de bitcher mieux que moi, pour balancer des "avocados" hyper gênants devant mes potes...

- A **Lolo**, merci de nous partager toujours ton optimisme, ta gaieté et ta générosité

- A **Amélie**, pour tes conseils toujours empreints d'intelligence et de sagesse et pour les valeurs qui t'animent

- A **Alice** pour avoir été la maman de ce groupe avant d'être la maman de Lya... Merci d'avoir toujours su organiser et canaliser notre bande d'idiots, on sait que ce n'est pas facile tous les jours.

- A **Perrine** (l'écrivain/aventurière qui nous fait tant rêver depuis le milieu des océans), **Jérôme, Jeanne, Alexia, Fred, Pierrine** et tous les autres...

A **Cécile**, pour tous ces bons moments, au théâtre ou ailleurs.

A **Julie et Quentin**, en plus d'être des infirmiers géniaux, vous êtes aussi des amis fantastiques.

A la team internat d'Avignon, merci d'avoir fait de ce 1^{er} semestre un régal du début à la fin. En me rappelant ces soirées complètement absurdes (à base de bottes de foins/ventrigrisse/skate sur plateaux/cadres de garde) je me demande à quel moment je travaillais... Merci **Arnaud et Yuri** (quelle team de rêve pour débiter), **Paul** (c'est comme si t'avais habité avec nous bb), **Myriam, Nathan, Jeanne, Anouk, Nico, Coco, Emile** et tous les autres pour ces durs vendredi matins en stage, le stock de zophren du bloc s'en souvient encore.

Aux co-internes de ces 2 étés au bloc/réa poly de la Timone, pour toutes ces ampoules de Nozinan cassées au nom de la paix nocturne. Pour 2019 **Anne-Sophie, Jaja, Jeremy, Sophie, Alice, Etienne, Alex** et les autres ; pour 2020 : **Bastien, Laura, Fanny, Philippe, Victorine, Marion** and co.

Aux co-internes de la DRIS, ce semestre a été l'un des meilleurs que j'ai passé alors qu'il aurait dû être le pire. Vous le savez, vous y êtes pour beaucoup. Merci mes gâtés pour cette bonne humeur générale qui a généré tellement de moments mémorables et merci de m'avoir donné le sourire (presque) tous les matins.

- **Romain**, ton acceng chantang, tes blagues et ton énergie ont souvent sauvé mes journées ! Merci d'avoir été mon mentor en fibro (je suis toujours une quiche, mais je peux maintenant sortir des termes comme "lingula" ou "culmen" d'un air docte...) ; et merci pour les belles valeurs que tu portes au quotidien.

- **Fanny**, comment une peste pareille peut être autant attachante, c'est une vraie question. Merci de nous faire hurler de rire avec tes vanes d'une précision chirurgicale et tes idées pour nous rendre la vie impossible.

- **Kata**, ma babos préférée, celle qui a procuré de l'engrais pour les plantes de l'hôpital Nord pour un bon moment...

- **Howard** (la force tranquille, merci pour ta bonne humeur et ton humour), **Pilou** (mon petit bébé interne qui a si vite grandi), **Antoine, Balest', PH**, vous m'avez régalée aussi.

Aux co-internes de la réa ped, **Anaïs, Henri, Martin, Laetchi** (petite pensée pour cette garde de l'enfer qui a failli me faire faire un remords aussi), **Benjamin, Lucille, Julie...**

Aux co-internes de l'URCV, waw quelle équipe ! J'arrivais trop dégoûtée de ne connaître personne et au final j'ai trouvé la crème de la crème. Je ne m'attendais pas à trouver une équipe aussi soudée, mais même épuisés, même en sous-effectifs, même à bout de nerfs (mais toujours pas de nouvelles du bout de l'aiguille malheureusement), on ne s'est pas lâchés. Merci d'avoir été aussi patients avec moi et merci de ne pas avoir mis de Lithium dans mes délicieuses barquettes. **Coline** (oui t'inquiète on peut mener cette vie très longtemps), **Nyl** et **Salomé** (mes enfants que je retrouve vite au choix prochain <3, je n'aurais pas rêvé mieux), **Castellan** (mêmes après toutes tes infidélités !), **Lucia** (la touche d'élégance), **Alice** (merci de nous avoir supportés), **This** (la 2e touche d'élégance, fallait bien compenser le reste de la troupe), **Thibaut** ("quoi ? Bah non je comprends pas le stage était hyper chill on finissait à 16h tous les jours), **Théo** (la touche de communisme nécessaire dans chaque stage).

Aux co-internes actuels, à **Chloé et Jul** (meilleure team aux pays des péri), à **Youri** (merci de m'avoir expliqué en quoi consistait réellement l'internat d'AR en 1^{er} semestre), à **Yonathan** (le S du sang, du samedi matin, du shabbat, rayez les mentions inutiles), à **Paul** (et tes blagues pas drôles mais un peu quand même, merci pour nous avoir fait découvrir les compétences mécaniques de Papa Ceard en sortie de garde), **Henri, Margaux, Raphaëlle, Gauthier** (Tortue-Ninja paraît-il) et **"Gauthier Interchu", Foucauld, Mathieu, Guillaume** (j'ai eu l'impression de passer mes VD à la ZAD, merci pour le dépaysement), **Victor** (pareil que Guillaume, mais au Marais), **Marie, Oriane, Candice** (notre nièce), Antoine I. (déjà docteur junior en DES montage photo), et tous les autres... Et puis aux DJ évidemment, à **Manon** ("mais c'est qui Quantra ??!"), **Alice, Sophie, Damien, Antoine B.**

Aux paraméd'

Grâce à qui cet internat a été si agréable, merci pour votre bienveillance et vos conseils, merci de m'avoir faite tellement rire et merci de m'avoir donné envie de venir le matin en stage.

Plus particulièrement :

Merci aux IADES et IDE d'Avignon qui m'ont appris les bases, ce n'était pas gagné !

Merci à l'équipe Réa du 2^e à la Timone : **Laetitia et Mounette** (hello ici Baudelaire), **Naim, Iris, Chloé, Tiph** (wesh l'IADE) et tous les autres...

Merci à la team IADE de la Timone. **Djemila** (tu es une personne incroyable, drôle, intelligente et attachante, j'espère vraiment qu'on rebossera un jour ensemble, sinon on pourra toujours continuer de rire autour d'un verre), **Brigitte, Sara** (à toutes ces heures passées en discussions capillaires), **Nat** (ma petite maman de vasculaire, merci pour ta gentillesse), **Romain** (ton flegme arrosé d'accent du Nord suffisait à me mettre de bonne humeur), **Mickaël** (à ces discussions lunaires en plein bloc)...

A la team DRIS (mention spéciale pour **Clément, Andrea, Marine**, et tous les autres)

A la team anesth-réa pédiatrique, merci à vous

A la team URCV, franchement vous avez éclairé mon stage, merci pour tous ces moments. Mentions spéciales à **Maelys et Juliette** (aussi efficaces dans un box de réa que devant une bière, changez rien les filles), **Maeva-Caca** (ce surnom est ma plus grande fierté de ce semestre), **Calypso** (l'URCV perd énormément mais l'école d'lades ne sait pas ce qui l'attend ! Encore bravo), **Claire et Barbara** (vous avez été mes piliers pendant mes gardes, et maintenant c'est encore plus chouette de sortir avec vous, merci pour tous ces fous-rires au milieu des ECMO), **Isis, Stan, Dounia, Yousra, Laurianne, Meryl, Léa...**

A la team réa poly, vous m'avez tellement appris et m'apprenez encore, j'adore travailler avec vous au quotidien, toujours dans la bonne humeur, dans l'efficacité et dans l'adrénaline. Donc, merci à l'équipe de jour : **Elodie, les deux Amandine, Séverine, Katia, Julien R et Julien M, Apolline, Julie et Quentin** (again), **Marie-Charlotte, Myriam, Fadela,...** Et évidemment à l'équipe de nuit : **Laurent, Cassandre, Loïc, Quentin** (du mauvais uber aux courses poursuites de patients dans le parc de l'Hôpital Nord, on se sera bien marrés), **Papi, Terence** (en gardes ou au bar, on se régale toujours)...

Merci aux IADES de Nord, à ceux du central, vous êtes une super équipe et merci à ceux du PUGME également (hâte de revenir vous voir en février prochain, promis le couscous sera au rendez-vous !).

Donc finalement : merci à tous, de ces 10 ans il me reste les souvenirs de ces gardes intenses et de ces fous-rires quasi-quotidiens. Si c'était à refaire, je signerais à nouveau pour tout !

Table des matières

Résumé	2
Introduction	3
Méthodes.....	4
Design de l'étude.....	4
Considérations éthiques.....	4
Population	4
Score LUS et protocole d'examen échographique	4
Caractéristiques cliniques.....	6
Analyse statistique	6
Résultats	8
Critère de jugement principal	10
Critères de jugement secondaires.....	12
Analyse en sous-groupe des patients non-intubés à l'admission	15
Discussion	18
Conclusion	20
Liste des abréviations.....	21
Annexe : Description du Score LUS	22
Références	23

Article publié, Adv Ther (2021) 38:2599–2612

Résumé

Introduction

L'émergence du Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) a conduit à un afflux massif de patients en unités de réanimation. En réanimation, l'échographie thoracique est largement utilisée à l'admission de ces patients en détresse respiratoire. L'objectif principal de notre étude était d'évaluer la performance du score Lung UltraSound (LUS) à l'admission en réanimation pour prédire la survenue de décès à J28 chez les patients atteints de SARS-CoV-2. L'objectif secondaire était d'évaluer les performances de l'échographie cardiaque et des marqueurs biologiques cardiaques pour prédire la mortalité à J28.

Méthodes

Cette étude multicentrique observationnelle rétrospective a été conduite dans six unités de réanimations au sein de quatre hôpitaux universitaires français entre le 15 mars et le 3 mai 2020. Les patients admis en réanimation en raison d'une détresse respiratoire aiguë liée au SARS-CoV-2 qui avaient eu une échographie thoracique à l'admission étaient inclus.

L'aire sous la courbe receiver-operating characteristics (ROC) était mesurée pour prédire la mortalité à J28 à partir du score LUS. La même analyse a été réalisée pour le Simplified Acute Physiology Score, la fraction d'éjection du ventricule gauche, le débit cardiaque, la concentration de brain natriuretic peptide et de troponine ultra-sensible à l'admission en réanimation.

Résultats

Parmi les 57 patients inclus dans l'analyse, le taux de mortalité était de 21%. L'aire sous la courbe ROC du score LUS à l'admission était de 0,68 (IC95% [0,54-0,82]; $p = 0,05$). Chez les patients non-intubés à l'admission en réanimation ($n = 40$), l'aire sous la courbe ROC était de 0,84 (IC95% [0,70-0,97] ; $p = 0,005$). La meilleure valeur seuil était de 22 et correspondait à une sensibilité de 83% et une spécificité de 85%.

Conclusion

Le score LUS à l'admission en réanimation pour une détresse respiratoire aiguë liée au SARS-CoV-2 n'était pas performant pour prédire la mortalité à J28. La performance était meilleure pour les patients non-intubés lors de la réalisation de l'examen.

Introduction

Depuis décembre 2019, l'émergence du Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) a conduit à un afflux massif de patients en réanimation et en unités de soins intensifs. Ces patients présentaient des détresses respiratoires graves regroupées sous le terme syndromes de détresse respiratoires aiguë (SDRA) associé à une atteinte pulmonaire diffuse et bilatérale [1,2]. L'utilisation du scanner thoracique permet le diagnostic, la quantification et la prédiction de l'évolution de la maladie [3-5]. Cependant, l'accès au scanner thoracique peut être rendu difficile en cas d'afflux massif de patients. Par ailleurs, le transfert au scanner de patients graves sous ventilation mécanique et à haut risque de transmission virale pose des problématiques de sécurité [6-8]. Dans ce contexte, l'échographie point-of-care au lit du patient pourrait faciliter le diagnostic et la gestion du SDRA lié au SARS-CoV-2 [9,10]. Récemment, la sémiologie pulmonaire échographique de patients atteints de SARS-CoV-2 a été décrite [11]. Il a été découvert des lésions interstitielles et bilatérales avec une augmentation des lignes B corrélée à la sévérité des patients, et la présence systématique de condensations sous-pleurales [11]. Le score Lung UltraSound (LUS) est une mesure validée et fiable pour caractériser la sévérité de l'atteinte pulmonaire dans le SDRA [9,12]. D'autre part, le score LUS est également associé au pronostic [13,14]. De plus, l'échographie peut réduire l'exposition au rayonnement ionisant, en particulier, dans la population pédiatrique et chez les femmes enceintes [15,16].

En réanimation, un examen échographique pulmonaire complet associe un score LUS avec une échographie transthoracique (ETT) [10, 17, 18]. L'ETT peut révéler une dysfonction cardiaque, qui va aggraver le tableau clinique [19,20]. Les biomarqueurs cardiaques étudiés lors des admissions en réanimation sont également associés à un mauvais pronostic [21,22].

Notre hypothèse était que la gravité initiale de l'examen pulmonaire échographique est associée avec la mortalité des patients atteint par le SARS-CoV-2.

L'objectif principal de notre étude était ainsi d'évaluer la performance du score LUS à l'admission en réanimation pour prédire le taux de mortalité chez des patients atteints de SDRA suite à une infection à SARS-CoV-2. L'objectif secondaire était d'évaluer la performance de l'échographie thoracique et des biomarqueurs d'atteinte cardiaque pour prédire la mortalité.

Méthodes

Design de l'étude

Il s'agit d'une étude multicentrique rétrospective réalisée à partir d'un recueil standardisé de données dans les unités de réanimation de Centres Hospitalo-Universitaires français pendant la pandémie de SARS-CoV2 entre le 15 mars 2020 et le 3 mai 2020. Cette étude a suivi les recommandations STROBE applicables aux études observationnelles [23]. Cette étude est ancillaire à une étude précédemment publiée comparant le score LUS au scanner thoraciques concernant lésions pulmonaires liées à l'infection à SARS-CoV-2 [24].

Considérations éthiques

L'étude a été approuvée par le Comité de Recherche Ethique de la Société Française d'Anesthésie-Réanimation (CERAR : IRB000102542020-062). En accord avec la législation française, les patients ont été informés concernant l'utilisation de leurs données pour la publication [25, 26]. S'agissant de données obtenues lors d'une pratique de soins courants, le recueil d'un consentement n'était pas nécessaire.

Population

Nous avons identifié les patients atteints de SARS-CoV-2 admis en réanimation en utilisant un test PCR spécifique dans des prélèvements nasopharyngés ou bronchio-alvéolaires. Les patients présentant à l'admission une détresse respiratoire aiguë, définie par une dyspnée avec une oxygène-dépendance supérieure à 3L/min pour maintenir une $SpO_2 > 94\%$ et/ou une fréquence respiratoire < 35 cycles par minute ou par la nécessité de ventilation mécanique (invasive ou non), étaient inclus [27]. Les patients ayant eu une échographie thoracique incomplète ou réalisée plus de 2h après l'admission en réanimation étaient exclus. Les données démographiques ont été extraites des dossiers électroniques institutionnels. Les données des examens échographiques thoraciques ont été recueillies prospectivement dans les dossiers médicaux des patients.

Score LUS et protocole d'examen échographique

Tous les scores LUS et examens échographiques ont été réalisés par le médecin en charge du patient selon les protocoles habituels de service. Les échographies ont été réalisées par des opérateurs de niveau 3 (médecins universitaires avec plusieurs publications dans le domaine ou utilisateurs experts avec une pratique quotidienne après un enseignement approprié) [28, 29].

L'échographie transthoracique était réalisée conformément aux recommandations internationales en utilisant une méthode sur 12 cadrans [9] (voir annexe). Tous les examens pulmonaires étaient réalisés en utilisant une sonde échographique abdominale convexe. Le score LUS évaluait l'existence d'une consolidation alvéolaire, d'un syndrome interstitiel, d'un pneumothorax, d'un épanchement pleural ou d'une condensation sous-pleurale. Le score LUS était calculé comme la somme des valeurs obtenues sur chaque site (0: normal, 1: syndrome interstitiel modéré, 2: syndrome interstitiel sévère, 3: condensation alvéolaire) [9]. Des exemples illustrés sont fournis dans l'annexe. Un score de 0 à 36 était ainsi calculé. La condensation sous-pleurale était estimée qualitativement par le médecin en charge, et n'était pas incluse dans le calcul du score de LUS. Comme décrit dans une étude précédente, nous avons classé le SDRA comme focal si le score LUS était égal à zéro dans au moins quatre zones, et diffus dans les autres cas [30]. Les patients présentant un pneumothorax, (défini comme l'absence d'un glissement pleural dans les cadrans antérieurs du thorax et de pouls pleural) étaient exclus de l'analyse [31,32]. Les détails du score LUS sont présentés dans l'annexe.

L'échocardiographie était effectuée à l'admission selon les protocoles habituels du service. L'examen était standardisé avec une estimation visuelle de la fonction systolique ventriculaire gauche en coupe apicale 4 cavités. Les pressions télédiastoliques du ventricule gauche étaient évaluées par mesure au doppler pulsé du pic de vitesse du flux mitral précoce (onde E) et du pic de vitesse du flux mitral tardif (onde A). La fonction diastolique était évaluée par le ratio E/A. Ensuite, nous avons également recueilli les vitesses précoces de déplacement de l'anneau mitral (onde E') en doppler tissulaire. Le ratio du pic de vitesse du flux mitral précoce sur la vitesse précoce du déplacement de l'anneau mitral (E/E') était ainsi calculé. La dysfonction diastolique était définie par l'association d'un ratio E/A < 0,8 avec une onde E < 50 cm/s, comme défini par les recommandations [33]. Des pressions télédiastoliques du ventricule gauche élevées étaient définies par un ratio E/E' > 12 selon les recommandations [33]. L'intégrale temps-vitesse (ITV) était mesurée en doppler tissulaire dans le flux d'éjection systolique sur une coupe apicale cinq cavités. L'ITV sous-aortique maximale était enregistrée indépendamment du cycle respiratoire. La fréquence cardiaque était calculée en mesurant l'intervalle R-R entre deux ITV successives. La surface du flux d'éjection systolique (mm²) était calculée en utilisant le diamètre mesuré (en mm) de la chambre de chasse du ventricule gauche en télésystole sur une coupe para-sternale grand axe. Ce diamètre était élevé au carré puis multiplié par $\pi/4$. Le débit cardiaque (en ml/min) était calculé en utilisant la formule suivante : $ITV \times FC \times \text{surface du flux d'éjection systolique}$.

La fonction systolique du ventricule droit était estimée en utilisant le tricuspid annular plane systolique excursion (TAPSE) (mm) en mode Temps-Mouvement et la vitesse de déplacement systolique de l'anneau tricuspide latéral mesuré au doppler tissulaire (onde S') (cm/s). La dysfonction du ventricule droit a été définie comme une TAPSE < 16 mm ou une onde S' < 10 cm/s, conformément aux définitions [34].

Caractéristiques cliniques

A l'admission en réanimation, chaque patient recevait un examen clinique standard, incluant un recueil des antécédents, la réalisation d'un Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) [35], d'un Sequential Organ Failure Assessment Score (SOFA) [36], d'un dosage plasmatique de la partie N-Terminale du Brain Natriuretic Peptide (NT-ProBNP) (en ng/mL ; normale = 0 - 125), de la troponine ultra-sensible (en µg/mL , normale = 0 - 14) et de la lactatémie artérielle (en mmol/L, normale= 0,5 - 2). Seuls les premiers dosages du BNP et de la troponine ultra-sensible à l'admission étaient considérés comme marqueurs d'atteintes cardiaque. La nécessité de ventilation mécanique était aussi colligée. Le ratio de la pression artérielle en oxygène dans le premier gaz du sang sur la fraction inspirée en oxygène (FiO₂) était relevé. Chez les patients recevant de l'oxygène au travers de canules nasales ou d'un masque facial, la FiO₂ était calculée de la manière suivante : $FiO_2 = (21 + 3 \times \text{débit d'oxygène (en L/min)})/100$ [37]. Chez les patients recevant de hauts débits d'oxygène (> 40L/min) ou de la ventilation non invasive au masque, la FiO₂ était directement recueillie.

Analyse statistique

Les caractéristiques des patients étaient exprimées en moyennes et déviations standards pour les variables quantitatives et en pourcentages pour les variables qualitatives. L'aire sous la courbe des tracés receiver-operating characteristic (ROC) pour les scores LUS était calculée pour prédire la survenue du décès à J28.

Le seuil optimal pour discriminer la survenue de décès à J28 était calculé en utilisant l'indice de Youden [38]. La sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive négative et la valeur prédictive positive étaient calculées avec un intervalle de confiance à 95 % (IC 95%). Une analyse univariée a été réalisée pour comparer les caractéristiques des patients, les résultats et les variables de l'échographie thoracique en fonction du statut vital à J28. Les courbes de sensibilité et spécificité ont été construites pour calculer la zone grise d'un score LUS non concluant pour la prédiction de la survenue de décès à J28 [39]. Une zone grise représente un test prédictif de faible précision, c'est-à-dire lorsque la sensibilité et la spécificité sont tous deux < 90 % [40]. Des courbes ROC exploratoires ont été tracées pour les éléments présentant des différences significatives dans l'analyse univariée.

Une régression logistique a été effectuée pour identifier les variables associées à la survenue de décès à J28. Les variables avec un $p < 0,2$ ont été intégrées dans le modèle de régression logistique à partir de l'analyse univariée. Les données manquantes ont été exclues de l'analyse.

Une analyse en sous-groupe a été effectuée pour les patients non-intubés à l'admission en réanimation. Considérant la nature rétrospective et observationnelle de notre étude, aucun calcul du nombre de sujet nécessaire n'a été effectué.

La corrélation inter-observateurs pour le score LUS a été évaluée à partir d'un échantillon de 12 images choisies de façon aléatoire en utilisant le coefficient de corrélation intra-classe parmi les 6 observateurs (GD, FB, BA, GB, GM, LB).

Pour tous les calculs, nous avons utilisé le logiciel IBM SPSS Statistics pour Windows, version 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY), et le seuil de significativité a été fixé à $p < 0,05$.

Résultats

Durant la période étudiée, 148 patients ont été admis dans les réanimations pour SARS-CoV-2. Cent-vingt-sept patients présentés des critères de détresse respiratoire aiguë; parmi eux cinquante-sept ont reçu une échographie thoracique complète dans les 2 heures après l'admission en réanimation et ont été analysés (Fig 1). Les caractéristiques des patients sont présentées dans le tableau 1. Quarante-quatre patients (64%) étaient des hommes, et le SAPS II moyen était de 36 (\pm 18). Douze patients (21%) sont décédés à J28 après l'admission. Le délai moyen d'admission après l'apparition des symptômes était de 7(\pm 4) jours.

Figure 1 : Flow-chart de l'étude

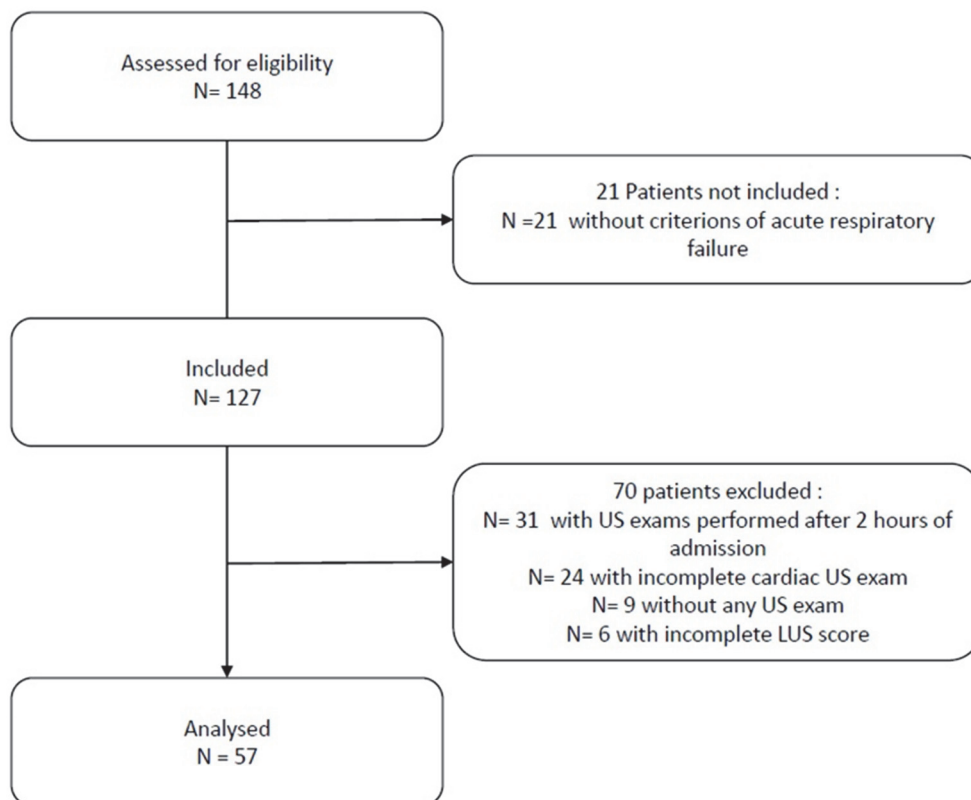


Tableau 1: Comparaison des caractéristiques des patients à l'admission en réanimation en fonction de leur survie à J28

	All patients (n=57)	Alive (n=45)	Dead (n=12)	P value
Demographic characteristics				
Male gender (%)	44 (64)	11 (24)	10 (83)	0.56
Age (years)	62 (±14)	59 (±14)	72 (±10)	0.003
BMI (kg/m ²)	28 (±6)	28 (±6)	30 (±6)	0.23
Medical history				
Hypertension (%)	28 (49)	20 (44)	8 (67)	0.17
Coronary disease (%)	10 (15)	6 (13)	4 (33)	0.10
Chronic heart failure (%)	5 (7)	3 (6)	2 (16)	0.27
Diabetes (%)	22 (32)	19 (42)	3 (25)	0.27
Smoking (%)	11 (16)	7 (19)	4 (33)	0.32
Obesity (%)	19 (28)	14 (31)	5 (42)	0.49
Clinical evaluation at admission				
SAPS II	36 (±18)	35 (±20)	42 (±10)	0.21
Time since first symptom (days)	7 (±4)	7 (±4)	6 (±4)	0.90
SOFA	4 (±3)	4 (±3)	5 (±3)	0.20
SOFA respiratory	2 (±1)	2 (±1)	2 (±1)	0.72
MV at admission (%)	17 (25)	12 (27)	5 (42)	0.31
PaO ₂ /FiO ₂ ratio (mmHg)	172 (±75)	181 (±77)	134 (±57)	0.09
NT-pro BNP (ng/mL)	409 (±658)	247 (±341)	1339 (±1241)	0.001
Troponin Us (µg/mL)	38 (±70)	28 (±59)	76 (±95)	0.05
Lactatemia (mmol/L)	1.6 (±0.7)	1.6 (±0.7)	1.6 (±0.7)	0.90
Norepinephrine (mg/h)	0.3 (±0.9)	0.3 (±1)	0.3 (±0.7)	0.94
Evolution in ICU				
Use of MV (%)	40 (70)	31 (78)	9 (75)	0.68
Use of prone position (%)	37 (54)	27 (60)	10 (83)	0.13
Use of RRT (%)	9 (13)	6 (13)	3 (25)	0.32
Use of ECMO (%)	5 (7)	4 (8)	1 (8)	0.95
MV free days	12 (±12)	14 (±12)	-	
ICU free days	8 (±10)	10 (±10)	-	

BMI: Body mass index; BNP: Brain natriuretic peptide; ECMO: Extracorporeal membrane oxygenation; ICU: Intensive care unit; MV: Mechanical ventilation; RRT: Renal replacement therapy; SAPS: Simplified acute physiology score; SOFA: Sequential organ failure assessment.

Critère de jugement principal

Les caractéristiques des patients à l'admission en réanimation en fonction du statut vital à J28, sont décrites dans le tableau 1. Les résultats de l'échographie thoracique à l'admission sont décrits dans le tableau 2. La valeur moyenne du score LUS était de 20 (\pm 5) chez les survivants contre 23 (\pm 2) chez les non-survivants à J28 ($p = 0,06$). La reproductibilité inter-observateurs était excellente avec une corrélation intra-classe de 0,91 [0,81-0,97] ; $p < 0,001$. La matrice de corrélation entre observateurs est présentée sur la figure 2. L'aire sous la courbe ROC des valeurs de score LUS à l'admission pour prédire la survenue de décès à J28 était de 0.68 [IC 95% 0,54-0,82 ; $p = 0.05$] (Fig. 3). La meilleure valeur seuil pour la prédiction de la survenue de décès était de 22 (indice de Youden à 0.33) avec une sensibilité et une spécificité respectivement de 58 % et de 75 % (Fig.2). La valeur prédictive positive, la valeur prédictive négative, le rapport de vraisemblance positif et le rapport de vraisemblance négatif étaient respectivement de 37 %, 87 %, 1,8 et 0,48. La zone grise du score LUS (score de 19-26) avec valeurs non concluantes comprenait 36 patients (63 %). Un score LUS > 26 prédisait la survenue de décès à J28 avec une spécificité > 90 % et une valeur prédictive positive de 50% chez deux patients. Un score LUS < 19 excluait la survenue de décès à J28 avec une sensibilité > 90% et une valeur prédictive négative de 89% chez 19 patients.

Figure 2 : Matrice de corrélation entre observateurs

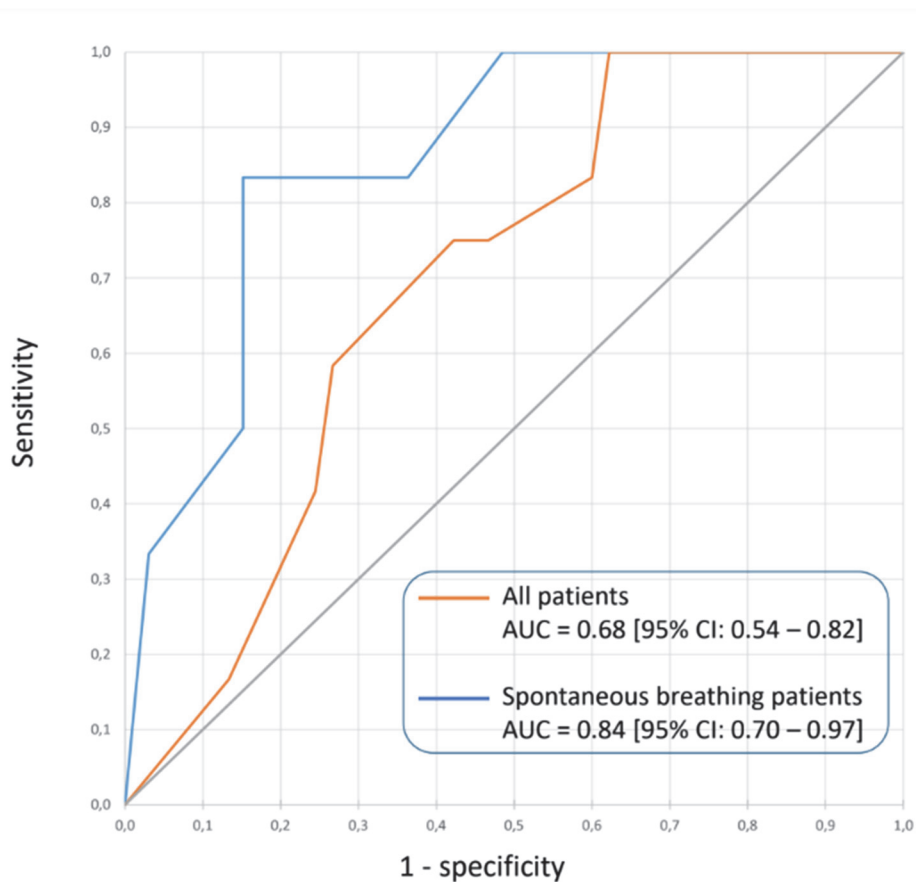
	BA	GB	GM	GD	FB	LB
BA	1,000	,873	,802	,873	,914	,934
GB	,873	1,000	,934	1,000	,954	,952
GM	,802	,934	1,000	,934	,877	,911
GD	,873	1,000	,934	1,000	,954	,952
FB	,914	,954	,877	,954	1,000	,916
LB	,934	,952	,911	,952	,916	1,000

Tableau 2 : Résultats des échographies thoraciques à l'admission des patients et comparaison selon la survie à J28

	All patients (n=57)	Surviving (n=45)	Dead (n=12)	P value
Lung ultrasound evaluation at admission				
Total LUS score	20 (\pm 4)	20 (\pm 5)	23 (\pm 2)	0.06
Any consolidation (%)	37 (65)	29(64)	8 (67)	0.88
Focal ARDS (%)	4 (6)	4 (9)	0 (0)	0.28
Pleural irregularity (%)	30 (44)	25 (56)	5 (56)	0.76
Pleural effusion (%)	4 (7)	1 (2)	3 (25)	0.006
Cardiac ultrasound evaluation at admission				
LVEF (%)	56 (\pm 8)	58 (\pm 7)	52 (\pm 11)	0.03
Cardiac output (L/min)	5.9 (\pm 1.5)	5.7 (\pm 1.5)	6.9 (\pm 1.2)	0.01
E wave (m/s)	0.8 (\pm 0.5)	0.8 (\pm 0.5)	0.8 (\pm 0.4)	0.70
A wave (m/s)	0.9 (\pm 0.3)	0.9 (\pm 0.3)	1 (\pm 0)	0.60
E/A ratio	1 (\pm 0.2)	1 (\pm 0.2)	1 (\pm 0)	1
E' wave (cm/s)	7 (\pm 4)	7 (\pm 5)	7 (\pm 4)	0.85
E/E' ratio	7 (\pm 2)	(\pm 3)	(\pm 2)	0.76
Diastolic dysfunction (%)	9 (13)	7 (21)	2 (22)	0.94
Elevated LVFP (%)	3 (4)	3 (8)	0 (0)	0.34
TAPSE (mm)	21 (\pm 5)	22 (\pm 4)	19 (\pm 6)	0.09
Tricuspid S' wave (cm/s)	14 (\pm 4)	13 (\pm 4)	15 (\pm 5)	0.41
Right ventricle dysfunction (%)	6 (9)	5 (15)	1 (13)	0.84

ARDS: Acute respiratory distress syndrome; LUS: Lung ultrasound score; LVEF: Left ventricle ejection fraction; LVFP: Left ventricle filing pressure; Tricuspid annular place systolic excursion.

Figure 3 : Courbe ROC du critère de jugement principal



AUC : area under the curve

Critères de jugement secondaires

La fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG) était plus basse chez les non-survivants à J28 que chez les survivants à J28 avec 52 (\pm 11) % versus 58 (\pm 7) % ; $p = 0,03$, tandis que le débit cardiaque était plus élevé (6,9 (\pm 1,2) L/min versus 5,7 (\pm 1,5) L/min ; $p = 0,01$) (tableau 2). Aucune différence significative n'a été retrouvée sur l'examen des pressions télédiastoliques du ventricule gauche ($p = 0,34$), la dysfonction diastolique ($p = 0,4$) ou la dysfonction du ventricule droit ($p = 0,84$) (tableau 2). L'analyse des marqueurs biologiques d'atteinte cardiaque a montré que la survenue de décès à J28 était associée à des concentrations plus élevées du BNP (247 (\pm 341) versus 1339 (\pm 1241) pg/ml ; $p = 0,001$) et en troponine I ultra-sensible (28 (\pm 59) versus 76 (\pm 95) μ g/ml ; $p = 0,05$) (tableau 1).

Les aires sous les courbes ROC de SAPS II, de FEVG, de débit cardiaque, des concentrations en BNP et en troponine I ultra-sensible à l'admission en réanimation pour prédire la survenue de décès à J28 sont présentées sur la Fig. 2. Les meilleures valeurs seuils prédictives en utilisant l'indice de Youden, les valeurs prédictives et les rapports de vraisemblance positif et négatif pour chaque paramètre sont résumés dans le tableau 3.

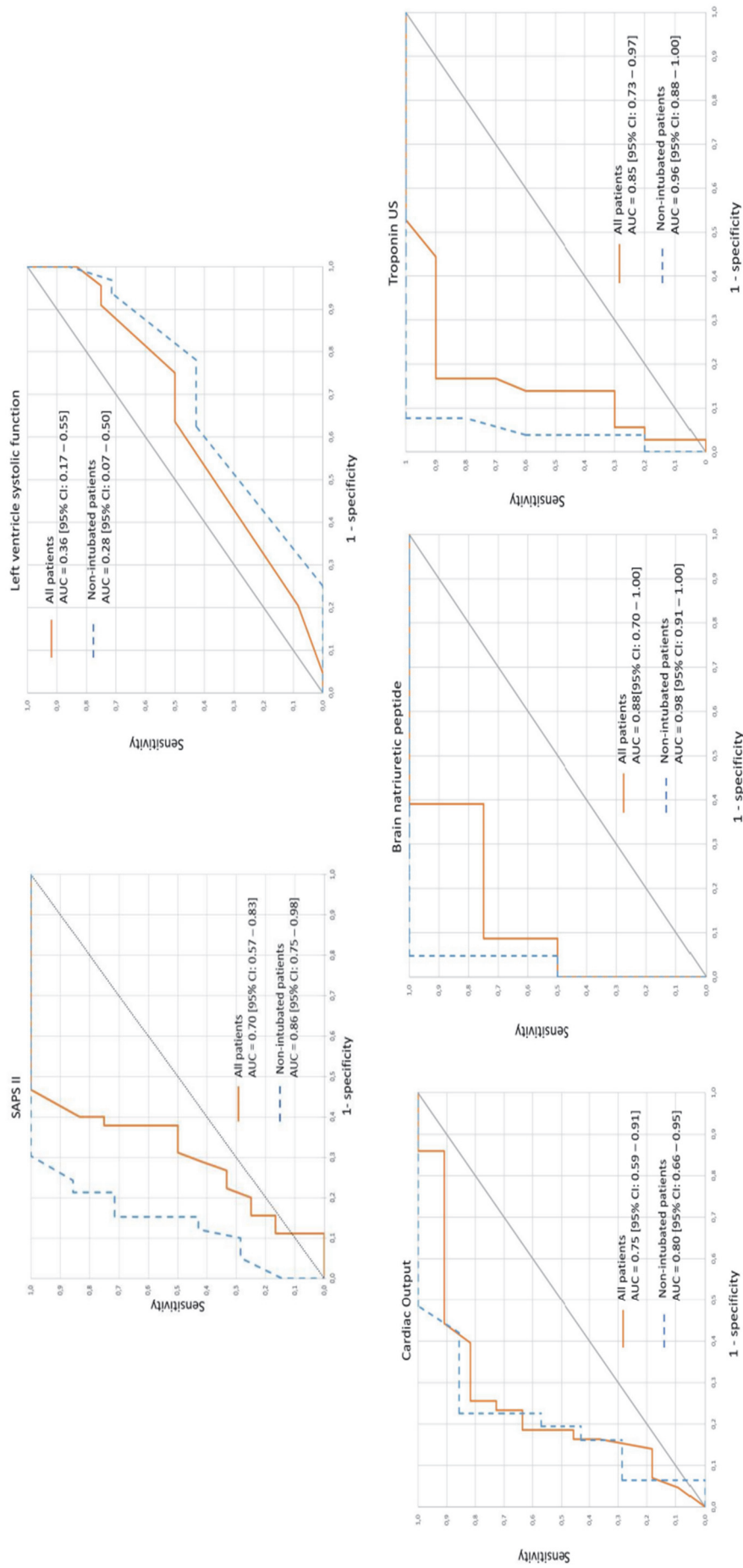


Figure 4 : Courbes ROC pour le débit cardiaque, la fraction d'éjection du ventricule gauche, le NT-ProBNP et la troponine Us à l'admission en réanimation pour prédire la survie de décès à J28. Les résultats sont présentés pour l'ensemble de la cohorte et pour le sous-groupe des patients non-intubés à l'admission en réanimation.

Tableau 3 : Analyse du SAPS II, du débit cardiaque, de la fraction d'éjection du ventricule gauche, du NT-ProBNP et de la troponine ultra-sensible à l'admission en réanimation pour prédire la survenue de décès à J28 pour l'ensemble de la cohorte (n = 57) et pour le sous-groupe des patients non-intubés à l'admission (n = 40)

	AUC [95%CI]	P value	Best Cut-off (Se, Sp)	Youden Index	Positive predicted value	Negative predicted value	Positive likelihood ratio	Negative likelihood ratio
Whole cohort (n = 57)								
SAPS II n = 57	0.70 [0.57 – 0.83]	0.03	31 Se= 1.00 Sp = 0.53	0.53	35%	100%	2.1	0
Cardiac output (L/min) n = 54	0.75 [0.59 - 0.91]	0.01	6.3 Se = 0.82 Sp = 0.75	0.56	45%	94%	3.3	0.2
LVFE (%) n = 56	0.36 [0.17 – 0.55]	0.13	50 Se = 0.50 Sp = 0.25	- 0.25	35%	86%	0.6	2
NT-ProBNP (ng/mL) n = 27	0.88 [0.70 – 1.00]	< 0.01	896 Se = 0.75 Sp = 0.91	0.66	65%	95%	8.3	0.2
Troponin (µg/mL) n = 46	0.85 [0.73 – 0.97]	< 0.01	24 Se = 0.90 Sp = 0.83	0.73	60%	96%	5.3	0.1
Non-intubated patients (n = 40)								
SAPS II n = 40	0.86 [0.75 – 0.98]	<0.01	30 Se= 1.00 Sp = 0.70	0.70	41%	100%	3.3	0
Cardiac output (L/min) n = 38	0.80 [0.66 – 0.95]	0.01	6.3 Se = 0.86 Sp = 0.78	0.63	41%	95%	3.9	1.2
LVFE (%) n = 39	0.28 [0.07 – 0.50]	0.7	50 Se = 0.43 Sp = 0.22	- 0.35	30%	89%	0.6	2.6
NT-ProBNP (ng/mL) n = 23	0.98 [0.91 – 1.00]	< 0.01	896 Se = 1.00 Sp = 0.95	0.95	67%	100%	20	0
Troponin (µg/mL) n = 31	0.96 [0.88 – 1.00]	< 0.01	24 Se = 1.00 Sp = 0.92	0.92	67%	100%	12.5	0

AUC: area under the receiver operating characteristic curves; SAPS: Simplified acute physiology score; Se: Sensibility; Sp: Specificity; LVFE: Left ventricle fraction ejection; BNP: brain natriuretic peptide.

Les résultats de l'analyse multivariée sont présentés dans le tableau 4. Le score LUS n'était pas associé à la survenue de décès à J28 ($p = 0,87$). L'âge (OR = 1,23, IC 95% [1,06-1,43]; $p = 0,006$) et l'indice de masse corporelle (OR = 1,24, IC95% [1,03 - 1,50] ; $p = 0,23$) à l'admission étaient significativement associés à la survenue de décès à J28.

Tableau 4 : Résultat de la régression logistique sur l'ensemble de la cohorte (n = 57) pour identifier un critère à l'admission associé à la survenue de décès à J28

	OR [CI95%]	P value
Age (years)	1.23 [1.06 – 1.43]	0.006
BMI (kg/m ²)	1.24 [1.03 – 1.50]	0.02
Male gender	1.53 [0.12 – 18.8]	0.74
LUS score	1.02 [0.79 – 1.30]	0.87
Lactatemia (mmol/L)	0.52 [0.12 – 2.13]	0.36
SOFA score	1.10 [0.83 – 1.46]	0.52

BMI: Body mass index; LUS: Lung ultrasound; SOFA: Sequential organ failure assessment.

Analyse en sous-groupe des patients non-intubés à l'admission

Concernant le sous-groupe des patients non-intubés à l'admission en réanimation (n = 40), le score LUS était significativement plus bas chez les survivants à J28 ($18 (\pm 4)$ versus (23 ± 2) ; $p = 0,01$). L'aire sous la courbe ROC de la valeur du score LUS pour prédire la survenue de décès à J28 était de 0,84 (IC95% [0,70 -0,97] ; $p = 0,005$). La sensibilité et la spécificité étaient respectivement de 83% et 85% (indice de Youden = 0,68) en prenant la meilleure valeur-seuil à 22 (Figure 1). La valeur prédictive positive, la valeur prédictive négative, les rapports de vraisemblance positif et négatif étaient respectivement de 50%, 93%, 5,5 et 0,2. La zone grise du score LUS (valeurs de 21 à 24) avec des valeurs non concluantes incluait 15 patients (38%). Un score LUS > 24 prédisait la survenue de décès avec une spécificité > 90% et une valeur prédictive positive de 67% chez 3 patients. Un score LUS < 21 excluait la survenue de décès avec une sensibilité de 90% et une valeur prédictive négative de 96% chez 22 patients.

Tableau 5 : Analyse des caractéristiques à l'admission du sous-groupe des patients non-intubés en fonction de leur survie à J28

	Surviving (n=33)	Dead (n=7)	P value
Demographic characteristics			
Male gender (%)	25 (76)	6 (86)	0.56
Age (years)	56 (\pm 14)	72 (\pm 8)	0.009
BMI (kg/m ²)	27 (\pm 5)	29 (\pm 5)	0.45
Medical history			
Hypertension (%)	15 (45)	6 (86)	0.05
Coronary disease (%)	6 (18)	3 (43)	0.15
Chronic heart failure (%)	3 (9)	1 (14)	0.67
Diabetes (%)	14 (42)	2 (29)	0.49
Smoking (%)	5 (15)	4 (57)	0.03
Obesity (%)	9 (27)	3 (43)	0.41
Clinical evaluation at admission			
SAPS II	28 (\pm 15)	44 (\pm 10)	0.009
Time from first symptom (days)	7 (\pm 4)	7 (\pm 5)	0.91
SOFA	3 (\pm 1)	5 (\pm 3)	0.01
SOFA respiratory	2 (\pm 1)	2 (\pm 1)	0.81
Pa O ₂ /FiO ₂ ratio (mmHg)	190 (\pm 85)	110 (\pm 30)	0.04
BNP (pg/mL)	220 (\pm 304)	1064 (\pm 80)	0.001
Troponin Us (μ g/mL)	13 (\pm 10)	43 (\pm 18)	0.01
Lactatemia (mmol/L)	1.5 (\pm 0.4)	1.5 (\pm 0.5)	0.98
Dose of norepinephrine (mg/h)	0	0	-
Evolution in ICU			
Use of MV (%)	19 (56)	4 (57)	0.89
Use of prone position (%)	18 (55)	5 (71)	0.41
Use of RRT (%)	4 (12)	1 (14)	0.87
Use of ECMO (%)	4 (12)	0 (0)	0.33

BMI: Body mass index; BNP: Brain natriuretic peptide; ECMO: Extracorporeal membrane oxygenation; ICU: Intensive care unit; MV: Mechanical ventilation; RRT: Renal replacement therapy; SAPS: Simplified acute physiology score; SOFA: Sequential organ failure assessment.

Les caractéristiques et la survie des patients non-intubés à l'admission en réanimation sont présentées dans le tableau 5. L'échographie thoracique à l'admission en réanimation (tableau 6) trouvait un score LUS plus élevé chez les non-survivants que chez les survivants à J28 (23 (\pm 7) versus 18 (\pm 4) ; p = 0,01). L'analyse des marqueurs cardiaques biologiques montrait que la survenue de décès à J28 était associée à des taux plus élevés de NT-ProBNP (220 (\pm 304) versus 1064 (\pm 80) ng/mL ; p = 0,001) et de troponine I ultra-sensible (13 (\pm 10) versus 43 (\pm 18) μ g/mL ; p = 0,01).

Tableau 6 : Analyse en sous-groupe des résultats des échographies thoraciques réalisées chez les patients non intubés à l'admission, en fonction de leur survie à J28

	Surviving (n=33)	Dead (n=7)	P value
Lung ultrasound evaluation at admission			
Total LUS score	18 (± 4)	23 (± 2)	0.01
Any consolidation (%)	19 (58)	5 (71)	0.49
Focal ARDS (%)	4 (12)	0 (0)	0.33
Pleural irregularity (%)	19 (58)	4 (57)	0.37
Pleural effusion (%)	0 (0)	1 (14)	0.03
Cardiac ultrasound evaluation at admission			
LVEF (%)	58 (± 7)	50 (± 10)	0.03
Cardiac output (L/min)	5.8 (± 1.4)	7.1 (± 0.9)	0.02
E wave (m/s)	0.8 (± 0.5)	0.9 (± 0.4)	0.77
A wave (m/s)	0.9 (± 0.3)	1.0 (± 0.2)	0.79
E/A ratio	1.0 (± 0.2)	1.1 (0.1)	0.85
E' wave (cm/s)	8.1 (± 3.8)	6.8 (± 3.3)	0.40
E/E' ratio	7.4 (± 2.7)	8.0 (± 1.8)	0.59
Diastolic dysfunction (%)	6 (18)	1 (14)	0.79
Elevated LVFP (%)	2 (6)	0 (0)	0.47
TAPSE (mm)	23 (± 4)	19 (± 7)	0.11
Tricuspid S' wave (cm/s)	13.5 (± 3.7)	17.5 (± 2.0)	0.05
Right ventricle dysfunction (%)	4 (12)	0 (0)	0.34

ARDS: Acute respiratory distress syndrome; LUS: Lung ultrasound score; LVEF: Left ventricle ejection fraction; LVFP: Left ventricle filing pressure; Tricuspid annular place systolic excursion.

Discussion

Dans cette étude, le score LUS à l'admission en réanimation avait une mauvaise performance pour la prédiction de la survenue de décès à J28 chez les patients atteints de SARS-CoV-2 admis pour détresse respiratoire aiguë. Le score LUS n'était pas plus efficace que le SAPS II pour prédire la survenue de décès à J28 dans la population générale.

L'analyse du sous-groupe des patients non-intubés montrait une amélioration des performances du score LUS pour prédire le décès à J28.

Cette discordance entre patients intubés et non-intubés peut être expliquée par la différence de sévérité et de progression de la maladie. La ventilation mécanique par l'application d'une pression expiratoire positive pouvait également contribuer à modifier le score LUS en agissant sur le recrutement alvéolaire [41].

La capacité du score LUS à prédire le décès à J28 chez les patients non-intubés peut être mise en relation avec la sévérité de l'atteinte pulmonaire. Des données récentes suggèrent que le type d'atteinte pulmonaire défini par le scanner thoracique à l'admission en réanimation prédit le pronostic à J5 ou l'admission du patient en réanimation [5, 42]. Une approche similaire utilisant un score LUS obtenu grâce à l'échographie point-of-care semble réalisable dans le cadre des détresses respiratoires à Sars-CoV-2. En effet, la localisation et la sévérité des atteintes pulmonaires évaluées grâce au score LUS s'avère corrélée avec le scanner thoracique dans le cas de la pneumonie à SARS-CoV-2 [3, 43, 44]. De plus, la corrélation entre le score LUS et la sévérité de l'atteinte pulmonaire a été précédemment décrite en dehors du contexte du SARS-CoV-2 [13, 45-47].

Bonadia *et al.* ont réalisé une étude démontrant la capacité du score LUS à prédire la mortalité et l'admission en réanimation des patients atteints de SARS-CoV-2 admis dans les services d'urgences [14]. Ces résultats rejoignent ceux obtenus chez des patients atteints de pneumonie à SARS-CoV-2 associant la gravité scannographique thoracique et le pronostic [3,5]. On peut supposer que l'évaluation qualitative du nombre de cadran pathologique à l'échographie pulmonaire serait plus prédictive que la quantification totale de la sévérité par le score LUS. Cela pourrait refléter l'étendue de l'atteinte pulmonaire, qui est corrélée au pronostic comme montré pour les scanners thoraciques [3,5].

Nos données ont montré des différences concernant les FEVG estimées échographiquement. La FEVG était diminuée chez les non-survivants, alors qu'un débit cardiaque augmenté était associé à un plus fort taux de mortalité à J28 comme décrit précédemment [48].

Les concentrations à l'admission de troponine ultra-sensible et de BNP étaient aussi associées au pronostic. Ces résultats sont en adéquation les précédentes études mettant en évidence une association entre une augmentation des biomarqueurs d'atteinte cardiaque et un mauvais pronostic chez les patients atteints de SARS-CoV-2 [21, 22, 49]. Nous supposons que les divergences retrouvées entre patients intubés et non-intubés peuvent être expliqués aux interactions cœur-poumons survenant lors de la ventilation mécanique [50].

Ces résultats appuient l'intérêt d'une évaluation combinée de la fonction cardiaque et pulmonaire pour évaluer le pronostic. Il est à noter que notre étude n'a pas montré de marqueurs anormaux en ce qui concerne la fonction systolique droite. Cependant, considérant l'incidence importante d'évènements thrombotiques chez les populations ayant des atteintes sévères de SARS-CoV-2, l'exploration veineuses des membres inférieurs peut être considérée comme utile [51, 52].

Notre étude avait plusieurs limites. Tout d'abord, un faible nombre de patients étaient intubés et cette hétérogénéité peut tempérer nos conclusions. Cependant, le grand nombre de patients non-intubés à l'admission en réanimation peut aider à améliorer le triage à un stade précoce de la prise en charge des détresses respiratoires aiguës sur infection à SARS-CoV-2, en particulier en dehors des unités de réanimation. Ensuite, le design était rétrospectif, ce qui peut être source de biais dans la sélection de patients qui ont reçus une échographie pulmonaire. De plus, les données manquantes concernant les biomarqueurs d'atteinte cardiaque ont pu diminuer la puissance de l'analyse. Enfin, le nombre global de patients analysés reste faible malgré le caractère multicentrique de l'étude.

Conclusion

Le score LUS à l'admission en réanimation des patients atteints de détresse respiratoire sur pneumonie à SARS-CoV-2 n'est pas performant pour prédire la survenue de décès à J28. La performance du score LUS n'était pas meilleure que celle des biomarqueurs d'atteinte cardiaque pour prédire la mortalité. La performance pronostique de l'ensemble des marqueurs testés s'améliorait dans le sous-groupe des patients non intubés.

Liste des abréviations

SARS-CoV-2 :	Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2
SDRA :	Syndrome de Détresse Respiratoire Aiguë
LUS :	Lung UltraSound
ETT :	Echographie TransThoracique
CERAR :	Comité de Recherche Ethique de la Société Française d'Anesthésie-Réanimation
TAPSE :	Tricuspid Annular Plane Systolique Excursion
SAPS-II :	Simplified Acute Physiology Score
SOFA :	Sequential Organ Failure Assessment
NT-ProBNP :	portion N-terminale du Brain Natriuretic Peptide
ROC :	Receiver-Operating Characteristic
FEVG :	Fraction d'Ejection du Ventricule Gauche

Annexe : Description du Score LUS

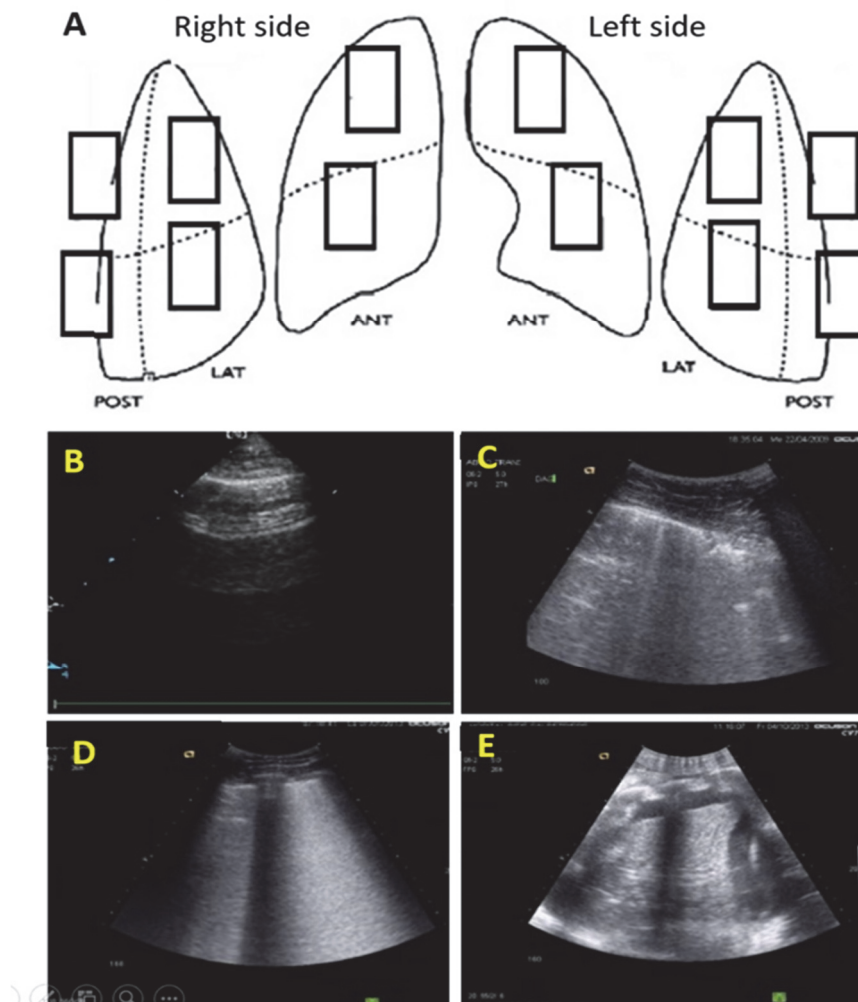
A: Représentation schématique des 12 cadrans pulmonaires évalués. Chaque région est côtée de 0 à 3 selon les lésions observées à l'échographie pulmonaire. Le score total maximal est de 36 points.

B: Score de 0: Image échographique de poumon normal. Ligne pleurale scintillante normale associée à des lignes A et moins de 3 lignes B.

C: Score de 1: Le nombre de ligne est compris de 3 à 7 par espace intercostal.

D: Score de 2 : Lignes B multiples (plus de 7), confluentes. Les lignes A ne peuvent plus être visualisées.

E: Score de 3 : Perte totale d'aération. Le poumon a un aspect de foie ou de rate. De l'épanchement peut être visualisé autour du poumon condensé sur cette image.



Références

1. Richardson S, Hirsch JS, Narasimhan M, Crawford JM, McGinn T, Davidson KW, et al. Presenting characteristics, comorbidities, and outcomes among 5700 patients hospitalized with COVID-19 in the New York City Area. *JAMA*. 2020;323(20):2098
2. Grasselli G, Zangrillo A, Zanella A, Antonelli M, Cabrini L, Castelli A, et al. Baseline characteristics and outcomes of 1591 patients infected with SARS-CoV-2 admitted to ICUs of the Lombardy Region, Italy. *JAMA*. 2020;323(16):1574–81.μ
3. Yang Y, Huang Y, Gao F, Yuan L, Wang Z. Lung ultrasonography versus chest CT in COVID-19 pneumonia: a two-centered retrospective comparison study from China. *Intensive Care Med*. 2020;46(9):1761–3.
4. Wu J, Wu X, Zeng W, Guo D, Fang Z, Chen L, et al. Chest CT findings in patients with coronavirus disease 2019 and its relationship with clinical features. *Invest Radiol*. 2020;55:257–261. doi: 10.1097/RLI.0000000000000670.
5. Colombi D, Bodini FC, Petrini M, Maffi G, Morelli N, Milanese G, et al. Well-aerated lung on admitting chest CT to predict adverse outcome in COVID-19 Pneumonia. *Radiology*. 2020;296(2):E86–E96.
6. Yousuf B, Sujatha KS, Alfoudri H, Mansurov V. Transport of critically ill COVID-19 patients. *Intensive Care Med*. 2020;46(8):1663–1664. doi: 10.1007/s00134-020-06115-1.
7. Aliaga M, Forel J-M, De Bourmont S, Jung B, Thomas G, Mahul M, et al. Diagnostic yield and safety of CT scans in ICU. *Intensive Care Med*. 2015;41:436–443. doi: 10.1007/s00134-014-3592-1.
8. Buonsenso D, Pata D, Chiaretti A. COVID-19 outbreak: less stethoscope, more ultrasound. *Lancet Respir Med*. 2020;8:e27. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30120-X.
9. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012;38:577–591. doi: 10.1007/s00134-012-2513-4.

10. Zieleskiewicz 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.* 2015;41:1638–1647. doi: 10.1007/s00134-015-3952-5.
11. Xing C, Li Q, Du H, Kang W, Lian J, Yuan L. Lung ultrasound findings in patients with COVID-19 pneumonia. *Crit Care Lond Engl.* 2020;24:174. doi: 10.1186/s13054-020-02876-9.
12. Volpicelli G. Lung sonography. *J Ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med.* 2013;32:165–171.
13. Markarian T, Zieleskiewicz L, Perrin G, Claret P-G, Loundou A, Michelet P, et al. A lung ultrasound score for early triage of elderly patients with acute dyspnea. *CJEM.* 2019;21:399–405. doi: 10.1017/cem.2018.483.
14. Bonadia N, Carnicelli A, Piano A, Buonsenso D, Gilardi E, Kadhim C, et al. Lung ultrasound findings are associated with mortality and need for intensive care admission in COVID-19 patients evaluated in the emergency department. *Ultrasound Med Biol.* 2020;46:2927–2937. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2020.07.005.
15. Nino G, Zember J, Sanchez-Jacob R, Gutierrez MJ, Sharma K, Lingurar MG. Pediatric lung imaging features of COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Pulmonol.* 2021;56:252–263. doi: 10.1002/ppul.25070.
16. Juan J, Gil MM, Rong Z, Zhang Y, Yang H, Poon LC. Effect of coronavirus disease 2019 (COVID-19) on maternal, perinatal and neonatal outcome: systematic review. *Ultrasound Obstet Gynecol Off J Int Soc Ultrasound Obstet Gynecol.* 2020;56:15–27. doi: 10.1002/uog.22088.
17. Bataille B, Riu B, Ferre F, Moussot PE, Mari A, Brunel E, et al. Integrated use of bedside lung ultrasound and echocardiography in acute respiratory failure: a prospective observational study in ICU. *Chest.* 2014;146:1586–1593. doi: 10.1378/chest.14-0681.
18. Staub LJ, Mazzali Biscaro RR, Kaszubowski E, Maurici R. Lung ultrasound for the emergency diagnosis of pneumonia, acute heart failure, and exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease/asthma in adults: a systematic review and meta-analysis. *J Emerg Med.* 2019;56:53–69. doi: 10.1016/j.jemermed.2018.09.009.

19. Silva S, Biendel C, Ruiz J, Olivier M, Bataille B, Geeraerts T, et al. Usefulness of cardiothoracic chest ultrasound in the management of acute respiratory failure in critical care practice. *Chest*. 2013;144:859–865. doi: 10.1378/chest.13-0167
20. Mojoli F, Bouhemad B, Mongodi S, Lichtenstein D. Lung ultrasound for critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019;199:701–714. doi: 10.1164/rccm.201802-0236CI.
21. Guo T, Fan Y, Chen M, Wu X, Zhang L, He T, et al. Cardiovascular implications of fatal outcomes of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiol*. 2020;5(7):811–8.
22. Shi S, Qin M, Cai Y, Liu T, Shen B, Yang F, et al. Characteristics and clinical significance of myocardial injury in patients with severe coronavirus disease 2019. *Eur Heart J*. 2020;41(22):2070–9.
23. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP, et al. The strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol*. 2008;61:344–349. doi: 10.1016/j.jclinepi.2007.11.008.
24. Zieleskiewicz L, Markarian T, Lopez A, Taguet C, Mohammedi N, Boucekine M, et al. Comparative study of lung ultrasound and chest computed tomography scan in the assessment of severity of confirmed COVID-19 pneumonia. *Intensive Care Med*. 2020;46:1707–1713. doi: 10.1007/s00134-020-06186-0.
25. Toulouse E, Masseguin C, Lafont B, McGurk G, Harbonn A, Roberts JA, et al. French legal approach to clinical research. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2018;37:607–614. doi: 10.1016/j.accpm.2018.10.013.
26. Toulouse E, Lafont B, Granier S, McGurk G, Bazin J-E. French legal approach to patient consent in clinical research. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2020;39:883–885. doi: 10.1016/j.accpm.2020.10.012.
27. Recommandations d’experts portant sur la prise en charge en réanimation des patients en période d’épidémie à SARS-CoV2. Société Fr. D’Anesthésie Réanimation. 2020.

28. Arbelot C, Dexheimer Neto FL, Gao Y, Brisson H, Chunyao W, Lv J, et al. Lung ultrasound in emergency and critically ill patients: number of supervised exams to reach basic competence. *Anesthesiology*. 2020;132:899–907. doi: 10.1097/ALN.0000000000003096.
29. Expert Round Table on Echocardiography in ICU International consensus statement on training standards for advanced critical care echocardiography. *Intensive Care Med*. 2014;40:654–666. doi: 10.1007/s00134-014-3228-5.
30. Haddam M, Zieleskiewicz L, Perbet S, Baldovini A, Guervilly C, Arbelot C, et al. Lung ultrasonography for assessment of oxygenation response to prone position ventilation in ARDS. *Intensive Care Med*. 2016;42:1546–1556. doi: 10.1007/s00134-016-4411-7.
31. Mayo PH, Copetti R, Feller-Kopman D, Mathis G, Maury E, Mongodi S, et al. Thoracic ultrasonography: a narrative review. *Intensive Care Med*. 2019;45:1200–1211. doi: 10.1007/s00134-019-05725-8.
32. Lichtenstein DA. BLUE-protocol and FALLS-protocol: two applications of lung ultrasound in the critically ill. *Chest*. 2015;147:1659–1670. doi: 10.1378/chest.14-1313.
33. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF, Dokainish H, Edvardsen T, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17:1321–1360. doi: 10.1093/ehjci/jew082.
34. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr*. 2010;23:685–713. doi: 10.1016/j.echo.2010.05.010.
35. Le Gall JR, Lemeshow S, Saulnier F. A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA*. 1993;270:2957–2963. doi: 10.1001/jama.1993.03510240069035.

36. Vincent JL, Moreno R, Takala J, Willatts S, De Mendonça A, Bruining H, et al. The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. On behalf of the Working Group on Sepsis-Related Problems of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med.* 1996;22:707–710. doi: 10.1007/BF01709751.
37. Frat J-P, Thille AW, Mercat A, Girault C, Ragot S, Perbet S, et al. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med.* 2015;372:2185–2196. doi: 10.1056/NEJMoa1503326.
38. Youden WJ. Index for rating diagnostic tests. *Cancer.* 1950;3:32–35. doi: 10.1002/1097-0142(1950)3:1<32::AID-CNCR2820030106>3.0.CO;2-3.
39. Ray P, Le Manach Y, Riou B, Houle TT. Statistical evaluation of a biomarker. *Anesthesiology.* 2010;112:1023–1040. doi: 10.1097/ALN.0b013e3181d47604.
40. Coste J, Pouchot J. A grey zone for quantitative diagnostic and screening tests. *Int J Epidemiol.* 2003;32:304–313. doi: 10.1093/ije/dyg054.
41. Bouhemad B, Brisson H, Le-Guen M, Arbelot C, Lu Q, Rouby J-J. Bedside ultrasound assessment of positive end-expiratory pressure-induced lung recruitment. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011;183:341–347. doi: 10.1164/rccm.201003-0369OC.
42. Mahdjoub E, Mohammad W, Lefevre T, Debray M-P, Khalil A, Study Group. Admission chest CT score predicts 5-day outcome in patients with COVID-19. *Intensive Care Med.* 2020;46(8):1648–50.
43. Duclos G, Lopez A, Leone M, Zieleskiewicz L. “No dose” lung ultrasound correlation with “low dose” CT scan for early diagnosis of SARS-CoV-2 pneumonia. *Intensive Care Med.* 2020;46(6):1103–4.
44. Zieleskiewicz L, Duclos G, Dransart-Rayé O, Nowobilski N, Bouhemad B. Ultrasound findings in patients with COVID-19 pneumonia in early and late stages: Two case-reports. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2020;39(3):391–2.
45. Leblanc D, Bouvet C, Degiovanni F, Nedelcu C, Bouhours G, Rineau E, et al. Early lung ultrasonography predicts the occurrence of acute respiratory distress syndrome in blunt trauma patients. *Intensive Care Med.* 2014;40:1468–1474. doi: 10.1007/s00134-014-3382-9.

46. Soummer A, Perbet S, Brisson H, Arbelot C, Constantin J-M, Lu Q, et al. Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress*. *Crit Care Med*. 2012;40:2064–2072. doi: 10.1097/CCM.0b013e31824e68ae.
47. Xirouchaki N, Magkanas E, Vaporidi K, Kondili E, Plataki M, Patrianakos A, et al. Lung ultrasound in critically ill patients: comparison with bedside chest radiography. *Intensive Care Med*. 2011;37:1488–1493. doi: 10.1007/s00134-011-2317-y.
48. Bergenzaun L, Gudmundsson P, Öhlin H, Düring J, Ersson A, Ihrman L, et al. Assessing left ventricular systolic function in shock: evaluation of echocardiographic parameters in intensive care. *Crit Care Lond Engl*. 2011;15:R200. doi: 10.1186/cc10368.
49. Kwenandar F, Japar KV, Damay V, Hariyanto TI, Tanaka M, Lugito NPH, et al. Coronavirus disease 2019 and cardiovascular system: a narrative review. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2020;29:100557.
50. Pinsky MR. Heart lung interactions during mechanical ventilation. *Curr Opin Crit Care*. 2012;18:256–260. doi: 10.1097/MCC.0b013e3283532b73.
51. Cui S, Chen S, Li X, Liu S, Wang F. Prevalence of venous thromboembolism in patients with severe novel coronavirus pneumonia. *J Thromb Haemost JTH*. 2020;18(6):1421–4.
52. Tang N, Bai H, Chen X, Gong J, Li D, Sun Z. Anticoagulant treatment is associated with decreased mortality in severe coronavirus disease 2019 patients with coagulopathy. *J Thromb Haemost JTH*. 2020;18(5):1094–9.



Can Thoracic Ultrasound on Admission Predict the Outcome of Critically Ill Patients with SARS-CoV-2? A French Multi-Centric Ancillary Retrospective Study

Gary Duclos · Florian Bazalguette · Bernard Allaouchiche · Neyla Mohammadi · Alexandre Lopez · Mathieu Gazon · Guillaume Besch · Lionel Bouvet · Laurent Muller · Gauthier Mathon · Charlotte Arbelot · Mohamed Boucekine · Marc Leone · Laurent Zieleskiewicz

Received: December 16, 2020 / Accepted: March 10, 2021 / Published online: April 14, 2021
© The Author(s), under exclusive licence to Springer Healthcare Ltd., part of Springer Nature 2021

ABSTRACT

Introduction: Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) outbreaks have led to massive admissions to intensive care units (ICUs). An ultrasound examination of the

thorax is widely performed on admission in these patients. The primary objective of our study was to assess the performance of the lung ultrasound score (LUS) on ICU admission to predict the 28-day mortality rate in patients with SARS-CoV-2. The secondary objective was to assess the performance of thoracic ultrasound and biological markers of cardiac injury to predict mortality.

Supplementary Information The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1007/s12325-021-01702-0>.

G. Duclos (✉) · N. Mohammadi · A. Lopez · C. Arbelot · M. Leone · L. Zieleskiewicz
Department of Anesthesiology and Intensive Care Unit, Aix Marseille University, Assistance Publique Hôpitaux de Marseille, Nord Hospital, Marseille, France
e-mail: gary.duclos@ap-hm.fr

F. Bazalguette · L. Muller
CHU de Nîmes-Caremeau, Service Réanimation et Surveillance Continue, Pôle ARDU (anesthésie, réanimation, douleur, urgences), 30029 Nîmes cedex, France

B. Allaouchiche · G. Mathon
Hospices Civils de Lyon, Centre Hospitalier Lyon-Sud, Service de Réanimation, 69310 Pierre-Bénite, France

B. Allaouchiche
Université Claude, Bernard-Lyon-1, Lyon, France

B. Allaouchiche
Université de Lyon, VetAgro Sup, Campus Vétérinaire de Lyon, UPSP 2016.A101, Pulmonary and Cardiovascular Aggression in Sepsis APCSe, 69280 Marcy l'Étoile, France

M. Gazon
Département d'Anesthésie et Réanimation and Centre de Recherche Clinique, Groupement Hospitalier Nord, Hospices Civils de Lyon, Lyon, France

G. Besch
Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, University Hospital of Besançon, Besançon, France

G. Besch
EA 3920, University of Franche-Comte, Besançon, France

L. Bouvet
Service d'Anesthésie Réanimation, Groupement Hospitalier Est, Hospices Civils de Lyon, Lyon, France

L. Bouvet
Université de Lyon, VetAgro Sup, Campus Vétérinaire de Lyon, UPSP 2016.A101, Pulmonary and Cardiovascular Aggression in Sepsis, 69280 Marcy l'Étoile, France

Methods: This multicentre, retrospective, observational study was conducted in six ICUs of four university hospitals in France from 15 March to 3 May 2020. Patients admitted to ICUs because of SARS-CoV-2-related acute respiratory failure and those who received an LUS examination at admission were included. The area under the receiver-operating characteristics (ROC) curve was determined for the LUS score to predict the 28-day mortality rate. The same analysis was performed for the Simplified Acute Physiology Score, left ventricular ejection fraction, cardiac output, brain natriuretic peptide and ultra-sensitive troponin levels at admission.

Results: In 57 patients, the 28-day mortality rate was 21%. The area under the ROC curve of the LUS score value on ICU admission was 0.68 [95% CI 0.54–0.82; $p = 0.05$]. In non-intubated patients on ICU admission ($n = 40$), the area under the ROC curves was 0.84 [95% CI 0.70–0.97; $p = 0.005$]. The best cut-off of 22 corresponded to 85% specificity and 83% sensitivity.

Conclusions: LUS scores on ICU admission for SARS-CoV-2 did not efficiently predict the 28-day mortality rate. Performance was better for non-intubated patients at admission. Performance of biological cardiac markers may be equivalent to the LUS score.

Keywords: Lung ultrasound score; Echocardiography; SARS-CoV-2; Critical care

M. Boucekine
Centre d'Etudes et de Recherches Sur Les Services de Santé et Qualité, Faculté de Médecine, Aix-Marseille université, Marseille, France

L. Zieleskiewicz
Center for Cardiovascular and Nutrition Research (C2VN), Aix Marseille University, INSERM, INRA, Marseille, France

Key Summary Points

Why carry out this study?

SARS-CoV-2-related pneumonia severity is correlated with the extent of lung injury

Point-of-care thorax examination is widely performed during respiratory failure in case of intensive care unit admission

Can the lung ultrasound score at intensive care admission predict the 28-day mortality of respiratory failure related to SARS-CoV-2 pneumonia?

What was learned from the study?

The lung ultrasound score was not efficient for predicting the 28-day mortality rate on ICU admission in intubated patients

The lung ultrasound score performed better for non-intubated patients at admission

DIGITAL FEATURES

This article is published with digital features, including a summary slide, to facilitate understanding of the article. To view digital features for this article go to <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.14179781>.

INTRODUCTION

Since December 2019, the severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) outbreak has led to massive admissions of patients to intensive care units (ICUs) due to acute respiratory failure [1, 2]. SARS-CoV-2-related acute respiratory failure is characterized by a predominant and diffuse lung injury pattern. The use of chest computed tomography (CT) scans plays a key role in diagnosing, quantifying and predicting the disease course [3–5].

However, access to CT scans can be challenging in patients at a high risk of viral transmission [6–8]. In this context, point-of-care ultrasound at the bedside may facilitate the management that will now be widely used in clinical practice to guide the management of acute respiratory failure [9, 10]. Recently, lung ultrasound (LUS) patterns of patients with SARS-CoV-2 were described [11]. The findings revealed interstitial and bilateral lesions with increasing severity of B-lines for the most severely ill patients and the systematic presence of pleural irregularity [11]. The LUS score is a validated and reliable measure to characterize the severity of lung injury in acute respiratory failure [9, 12]. Moreover, the LUS score has been associated with outcomes [13, 14]. Moreover, ultrasonography can reduce radiation exposure in the pediatric population and pregnant women [15, 16].

In the ICU, the complete LUS examination associates the LUS score with transthoracic echocardiography (TTE) [10, 17, 18]. TTE may reveal cardiac dysfunction, which can worsen the condition [19, 20]. Cardiac biomarkers evaluated on ICU admission have been associated with poor outcomes but data regarding initial echocardiographic evaluation on ICU admission are not available [21, 22].

The primary objective of our study was to assess the performance of the LUS score on ICU admission to predict the 28-day mortality rate in patients with SARS-CoV-2-related acute respiratory failure. The secondary objective was to assess the performance of thoracic ultrasound and biological markers of cardiac injury to predict mortality.

METHODS

Design

This is a multicentre, retrospective study of standard care collected data in ICUs of four university hospitals in France during the SARS-CoV-2 pandemic from 15 March to 3 May 2020. The article respected STROBE statements for observational studies [23]. The study is ancillary to a previously published study comparing the

LUS score and chest computed tomography of lesions secondary to SARS-CoV-2 infection [24].

Ethical considerations

The study was approved by the Committee for Research Ethics of the French Society of Anesthesia and Intensive Care Medicine (CERAR IRB00010254-2020-062). In accordance with French law, patients were informed regarding the use of their data for publication [25, 26].

Population

We screened patients admitted to the ICU using a polymerase chain reaction documented SARS-CoV-2 carriage in a nasopharyngeal or bronchoalveolar sample. Patients with acute respiratory failure on ICU admission, defined as dyspnoea associated with the need for oxygen therapy ≥ 3 l/min to maintain pulse oximetry $\geq 94\%$ and/or a respiratory rate ≥ 35 bpm and/or mechanical ventilation (either invasive or not), were included [27], and patients with an incomplete thoracic ultrasound examination or if the examination was performed > 2 h after ICU admission were excluded. Demographic data were extracted from institutional electronic medical files. Data of the thoracic ultrasound examination were prospectively recorded in the electronic medical file of patients.

LUS score and echocardiographic examination protocol

All LUS scores and echocardiographic examinations were performed by the physician in charge of the patient, according to the usual care. Ultrasounds were performed by level 3 operators (LUS academic teacher with several publications in the field or expert users with daily practice after appropriate teaching) [28, 29].

The thoracic ultrasound examination was performed according to international guidelines using a 12-region technique [9] (supplementary Fig. 1). All LUS score calculations were performed using an abdominal convex probe. The LUS score assessed alveolar consolidation,

interstitial syndrome, pneumothorax, pleural effusion and pleural irregularity. The LUS score was calculated as the sum of point values from each scanning site (0: normal scan; 1: moderate interstitial syndrome; 2: severe interstitial syndrome [multiple or coalescent B lines]; 3: alveolar consolidation) [9]. Example images are provided in supplementary Fig. 1. The pleural irregularity was a qualitative definition and an estimation of the physician in charge, which was not included in the calculation of the LUS scores. A score from 0 to 36 was then calculated. As described before, we classified acute respiratory distress syndrome (ARDS) as focal if the LUS score was zero in at least four areas or as diffuse overall [30]. Pneumothorax, defined as the visualisation of symmetric pleural sliding in the anterior chest area according to international guidelines, was excluded from the analysis [31, 32]. Details of a LUS score examination are presented in supplementary Fig. 1.

An echocardiographic examination was performed on ICU admission as usual care. The examination was standardized with visual left ventricular systolic function estimation of the apical four-chamber view. Left ventricular filling pressure was recorded by pulsed-wave Doppler early mitral flow peak velocity (*E* wave) and late mitral flow peak velocity (*A* wave). Diastolic function was defined using the *E/A* ratio. Second, we recorded the early diastolic mitral annulus displacement velocity (*E'* wave) using tissue Doppler imaging. The ratio of early mitral flow peak velocity to early diastolic mitral annulus displacement velocity (*E/E'* ratio) was then calculated. Diastolic dysfunction was defined as the association of an *E/A* ratio < 0.8 with the value of the *E* wave < 50 cm/s, according to the guidelines [33]. Elevated left ventricular filling pressure was defined by an *E/E'* ratio > 12, according to the guidelines [33]. The velocity time integral (VTI) was measured using pulsed Doppler in the left ventricular outflow tract (LVOT) from a five-chamber apical view. The maximal subaortic VTI was recorded independently of the respiratory cycle. Heart rate was calculated by measuring the *R–R* distance between two successive VTIs. The LVOT surface was calculated using the measured diameter (mm) of the LVOT squared multiplied

by $\pi/4$ using a longitudinal parasternal view. Cardiac output (ml/min) was calculated using the following formula: $VTI \times HR \times LVOT$ surface.

The right ventricular systolic function was estimated using both tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) and *S* wave velocity recorded by tissue Doppler imaging at the lateral tricuspid annulus movement velocity (*S'*). After aligning the ultrasound cursor with the right ventricular annular plane systolic excursion, M-mode was activated to measure the TAPSE (mm), and tissue Doppler was used to measure the *S'* wave (cm/s). Right ventricular dysfunction was defined as TAPSE < 16 mm or *S'* < 10 cm/s in agreement with the current guidelines [34].

Clinical features

On ICU admission, each patient underwent a standard medical examination, including medical history, Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) [35], Sequential Organ Failure Assessment Score [36], the concentration of plasma brain natriuretic protein, and high-sensitivity troponin and arterial lactataemia. Only the first dosages of plasmatic brain natriuretic protein and high-sensitivity troponin at admission were considered and used as markers of cardiac injury. The need for mechanical ventilation was also recorded. The ratio of arterial pressure of oxygen from the first blood gas to fractional inspired oxygen (FiO_2) was collected. In patients who received oxygen through a nasal cannula or facial mask, the FiO_2 was calculated as follows: $FiO_2 = (21 + 3 \times \text{oxygen flow (l/min)})/100$ [37]. In patients who received high-flow oxygen (> 40 l/min) or non-invasive facial mask ventilation, the FiO_2 was directly reported.

Statistical analysis

Patient characteristics were expressed as mean and standard deviation for quantitative variables and as numbers and per cent for qualitative variables. The area under the receiver-operating characteristic (AUC-ROC) curve for

LUS scores was calculated to predict the occurrence of death on day 28.

The optimal threshold was calculated to discriminate occurrence of death on day 28 using the Youden index [38]. Sensitivity, specificity, negative predictive value and positive predictive value were calculated with their 95% confidence intervals (CI). Univariate analysis was performed to compare patients' characteristics, outcomes and thoracic ultrasound variables regarding the mortality status on day 28. Se and Sp curves were constructed to calculate the grey zone for an LUS score that was inconclusive for predicting occurrence on day 28 [39]. A grey zone represents a predictive test of low accuracy, that is, the Se and Sp are both < 90% [40]. Exploratory AUC-ROC curves were drawn for items with significant differences in univariate analysis.

Logistic regression was performed to identify the variables associated with occurrence of death on day 28. Variables with $P < 0.2$ were selected from univariate analysis. Missing data were excluded from analysis.

A subgroup analysis was performed for non-intubated patients on ICU admission as previously described. Considering the retrospective and explorative nature of the study, no calculation of inclusion need was performed.

Interobserver agreement for the LUS score was evaluated from a 12-image sample randomly chosen using the intraclass correlation coefficient among the six observers (GD, FB, BA, GB, GM, LB).

For all calculations, IBM SPSS Statistics for Windows, version 20.0 software (IBM Corp., Armonk, NY) was used, and the significance level was set at $p < 0.05$.

RESULTS

During the study period, 148 patients were admitted to the ICU for SARS-CoV-2. One hundred twenty-seven patients met the criteria for acute respiratory failure; of these, 57 patients received a complete thoracic ultrasound examination within the first 2 h after ICU admission and were analysed (flow chart, supplementary Fig. 2). Patient characteristics are shown in

Table 1. Forty-four (64%) were male, and mean SAPS II was 36 (± 18). Twelve (21%) patients died on day 28 after ICU admission. Mean time since first symptoms was 7 (± 4) days.

The characteristics of the patients on ICU admission according to the occurrence of death at day 28 are shown in Table 1. Thoracic ultrasound findings on ICU admission according to the occurrence of death at day 28 are shown in Table 2. In the whole cohort, the LUS score was 20 (± 5) in the survivors vs. 23 (± 2) in the 28-day non-survivors ($p = 0.06$). Interobserver agreement was excellent with intraclass correlation of 0.91 [0.81–0.97]; $p < 0.001$. The correlation matrix between observers is presented in the supplementary data. The AUC-ROC curve of the LUS value on ICU admission to predict the occurrence of death at day 28 was 0.68 [95% CI 0.54–0.82; $p = 0.05$] (Fig. 1). The best prediction of the occurrence of death corresponded to specificity and sensitivity at 58% and 75% (Youden index was 0.33), respectively, when considering a cut-off at 22 (Fig. 1). The positive predictive value, negative predictive value, positive likelihood ratio and negative likelihood ratio were 37%, 87%, 1.8 and 0.48, respectively. The LUS score grey zone (score of 19–26) with inconclusive values included 36 patients (63%). An LUS score > 26 predicted occurrence of death on day 28 with Sp > 90% and PPV of 50% in two patients. LUS score < 19 excluded occurrence of death on day 28 with a Se > 90% and an NPV of 89% in 19 patients.

The left ventricular ejection fraction (LVEF) was lower in the 28-day non-survivors than in the survivors (52 [± 11] vs. 58 [± 7] %; $p = 0.03$), while cardiac output was higher (6.9 [± 1.2] vs. 5.7 [± 1.5] l/min; $p = 0.01$) (Table 2). No significant differences were found regarding the presence of elevated left ventricle filling pressure ($p = 0.34$), diastolic dysfunction ($p = 0.94$) and right ventricle systolic dysfunction ($p = 0.84$) (Table 2). Analysis of biological markers of cardiac injury showed that the occurrence of death on day 28 was associated with higher brain natriuretic peptide (247 [± 341] vs. 1339 [± 1241] pg/ml; $p = 0.001$) and high-sensitivity troponin I (28 [± 59] vs. 76 [± 95] $\mu\text{g/ml}$; $p = 0.05$) concentration (Table 1).

Table 1 Characteristics of patients at admission and comparison regarding condition status

	All patients (<i>n</i> = 57)	Surviving (<i>n</i> = 45)	Dead (<i>n</i> = 12)	<i>p</i> value
Demographic characteristics				
Male gender (%)	44 (64)	11 (24)	10 (83)	0.56
Age (years)	62 (± 14)	59 (± 14)	72 (± 10)	0.003
BMI (kg/m ²)	28 (± 6)	28 (± 6)	30 (± 6)	0.23
Medical history				
Hypertension (%)	28 (49)	20 (44)	8 (67)	0.17
Coronary disease (%)	10 (15)	6 (13)	4 (33)	0.10
Chronic heart failure (%)	5 (7)	3 (6)	2 (16)	0.27
Diabetes (%)	22 (32)	19 (42)	3 (25)	0.27
Smoking (%)	11 (16)	7 (19)	4 (33)	0.32
Obesity (%)	19 (28)	14 (31)	5 (42)	0.49
Clinical evaluation at admission				
SAPS II	36 (± 18)	35 (± 20)	42 (± 10)	0.21
Time since first symptom (days)	7 (± 4)	7 (± 4)	6 (± 4)	0.90
SOFA	4 (± 3)	4 (± 3)	5 (± 3)	0.20
SOFA respiratory	2 (± 1)	2 (± 1)	2 (± 1)	0.72
MV at admission (%)	17 (25)	12 (27)	5 (42)	0.31
PaO ₂ /FiO ₂ ratio (mmHg)	172 (± 75)	181 (± 77)	134 (± 57)	0.09
BNP (pg/ml)	409 (± 658)	247 (± 341)	1339 (± 1241)	0.001
Troponin Us (µg/ml)	38 (± 70)	28 (± 59)	76 (± 95)	0.05
Lactataemia (mmol/l)	1.6 (± 0.7)	1.6 (± 0.7)	1.6 (± 0.7)	0.90
Norepinephrine (mg/h)	0.3 (± 0.9)	0.3 (± 1)	0.3 (± 0.7)	0.94
Evolution in ICU				
Use of MV (%)	40 (70)	31 (78)	9 (75)	0.68
Use of prone position (%)	37 (54)	27 (60)	10 (83)	0.13
Use of RRT (%)	9 (13)	6 (13)	3 (25)	0.32
Use of ECMO (%)	5 (7)	4 (8)	1 (8)	0.95
MV-free days	12 (± 12)	14 (± 12)	–	
ICU-free days	8 (± 10)	10 (± 10)	–	

BMI body mass index, *BNP* brain natriuretic peptide, *ECMO* extracorporeal membrane oxygenation, *ICU* intensive care unit, *MV* mechanical ventilation, *RRT* renal replacement therapy, *SAPS* Simplified Acute Physiology Score, *SOFA* Sequential Organ Failure Assessment

Table 2 Thoracic ultrasound findings of patients at admission and comparison regarding living status

	All patients (<i>n</i> = 57)	Surviving (<i>n</i> = 45)	Dead (<i>n</i> = 12)	<i>p</i> value
Lung ultrasound evaluation at admission				
Total LUS score	20 (± 4)	20 (± 5)	23 (± 2)	0.06
Any consolidation (%)	37 (65)	29(64)	8 (67)	0.88
Focal ARDS (%)	4 (6)	4 (9)	0 (0)	0.28
Pleural irregularity (%)	30 (44)	25 (56)	5 (56)	0.76
Pleural effusion (%)	4 (7)	1 (2)	3 (25)	0.006
Cardiac ultrasound evaluation at admission				
LVEF (%)	56 (± 8)	58 (± 7)	52 (± 11)	0.03
Cardiac output (l/min)	5.9 (± 1.5)	5.7 (± 1.5)	6.9 (± 1.2)	0.01
<i>E</i> wave (m/s)	0.8 (± 0.5)	0.8 (± 0.5)	0.8 (± 0.4)	0.70
<i>A</i> wave (m/s)	0.9 (± 0.3)	0.9 (± 0.3)	1 (± 0)	0.60
<i>E/A</i> ratio	1 (± 0.2)	1 (± 0.2)	1 (± 0)	1
<i>E'</i> wave (cm/s)	7 (± 4)	7 (± 5)	7 (± 4)	0.85
<i>E/E'</i> ratio	7 (± 2)	(± 3)	(± 2)	0.76
Diastolic dysfunction (%)	9 (13)	7 (21)	2 (22)	0.94
Elevated LVFP (%)	3 (4)	3 (8)	0 (0)	0.34
TAPSE (mm)	21 (± 5)	22 (± 4)	19 (± 6)	0.09
Tricuspid <i>S'</i> wave (cm/s)	14 (± 4)	13 (± 4)	15 (± 5)	0.41
Right ventricle dysfunction (%)	6 (9)	5 (15)	1 (13)	0.84

ARDS acute respiratory distress syndrome, *LUS* lung ultrasound score, *LVEF* left ventricle ejection fraction, *LVFP* left ventricle filling pressure, *TAPSE* tricuspid annular plane systolic excursion

The AUC-ROC curves of SAPS-II, cardiac output, LVEF, brain natriuretic peptide and high-sensitivity troponin concentration values on ICU admission to predict the occurrence of death at day 28 are presented in Fig. 2. Best prediction cut-off using the Youden index method, positive and negative predictive value and positive and negative likelihood ratio for each parameter are summarized in Table 3.

Results of multivariate analysis are presented in Table 4. LUS score was not associated with occurrence of death on day 28 ($p = 0.87$). Age (OR = 1.23, IC 95% [1.06–1.43]; $p = 0.006$) and body mass index (OR = 1.24, IC 95% [50];

$p = 0.23$) at admission were significantly associated with occurrence of death on day 28.

Subgroup analysis of non-intubated patients

LUS score presents a better predictive value for non-intubated patients at admission. Details of the subgroup analysis of non-intubated patients are detailed in the supplementary data.

Comparisons between the intubated and non-intubated patients at the ICU admission are presented in supplementary Table 3 and supplementary Table 4.

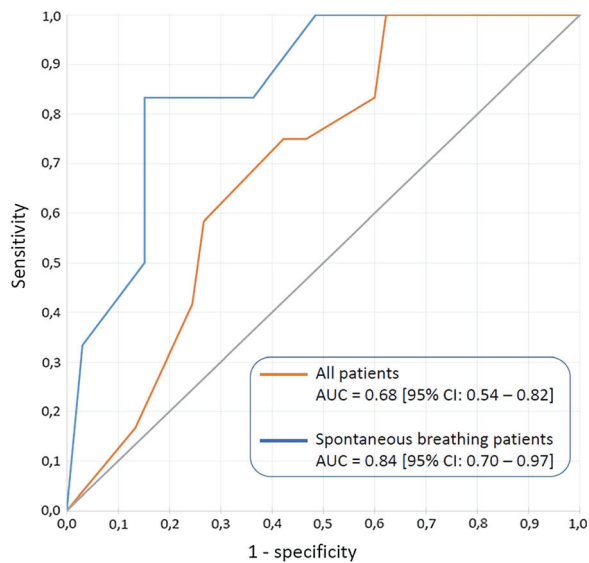


Fig. 1 Receiver-operating characteristics for the lung ultrasound score on ICU admission to predict occurrence of death at day 28. *AUC* Area under the curve

DISCUSSION

In this study, we found a low predictive performance of the LUS score on ICU admission for the occurrence of death at day 28 in patients with SARS-CoV-2 admitted for acute respiratory failure. The LUS score showed slightly better performance to predict the occurrence of death on day 28 with a cut-off at 22 for non-intubated patients with a negative predictive value of 96% under 19.

This discrepancy between intubated and non-intubated patients may be explained by the differences in the severity of illness and progression. Furthermore, mechanical ventilation settings and high levels of positive end-expiratory pressure may contribute in the decrease in LUS score because of a recruitment effect [41].

The ability of the LUS score to predict the 28-day death rate in non-intubated patients may be related to the severity of lung injury. Recent data suggest that the type of lung

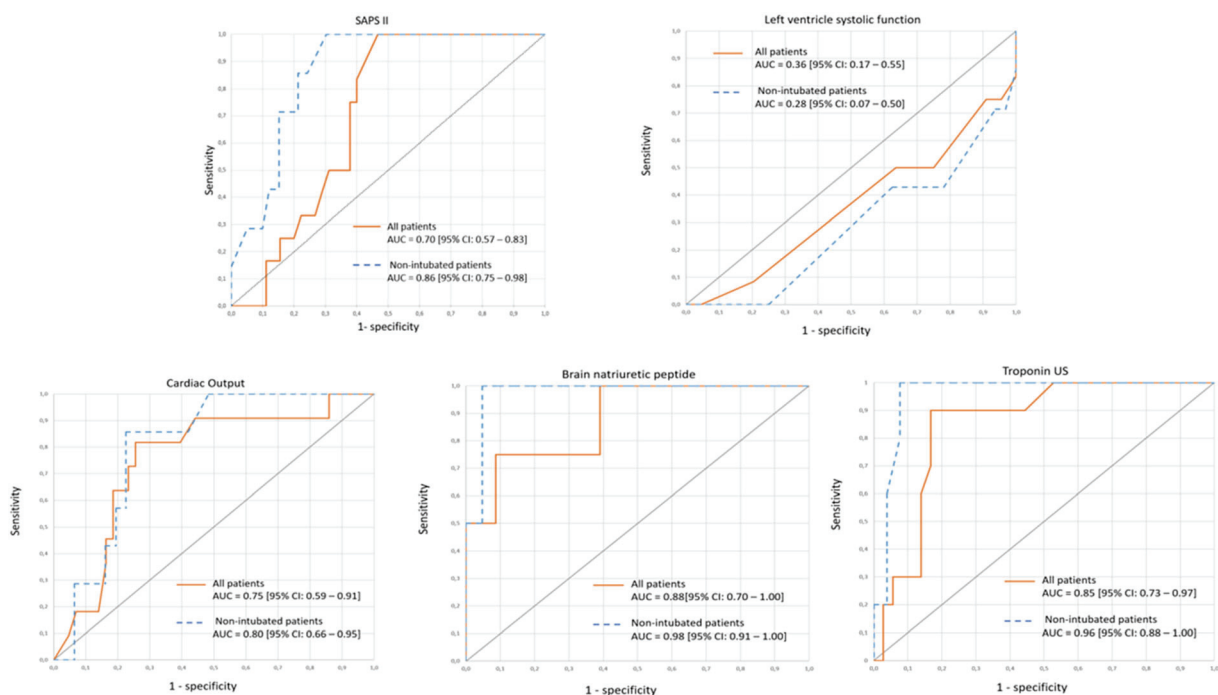


Fig. 2 Receiver-operating characteristics for cardiac output, left ventricle ejection function, brain natriuretic peptide and high-sensitivity troponin on ICU admission to predict occurrence of death at day 28. Results are

presented for the whole cohort and for the subgroup analysis of the non-intubated patients on ICU admission. *AUC* area under the curve

Table 3 Analysis of the New Simplified Acute Physiologic Score, cardiac output, left ventricle fraction ejection, brain natriuretic peptide and high-sensitivity troponin on intensive care unit admission to predict occurrence of death on day 28 for the whole cohort ($n = 57$) and non-intubated patients at admission ($n = 40$)

	AUC [95% CI]	<i>P</i> value	Best cut- off (Se, Sp)	Youden index	Positive predicted value (%)	Negative predicted value (%)	Positive likelihood ratio	Negative likelihood ratio
Whole cohort ($n = 57$)								
SAPS II $n = 57$	0.70 [0.57–0.83]	0.03	31 Se = 1.00 Sp = 0.53	0.53	35	100	2.1	0
Cardiac output (l/min) $n = 54$	0.75 [0.59–0.91]	0.01	6.3 Se = 0.82 Sp = 0.75	0.56	45	94	3.3	0.2
LVFE (%) $n = 56$	0.36 [0.17–0.55]	0.13	50 Se = 0.50 Sp = 0.25	– 0.25	35	86	0.6	2
BNP (pg/ ml) $n = 27$	0.88 [0.70–1.00]	< 0.01	896 Se = 0.75 Sp = 0.91	0.66	65	95	8.3	0.2
Troponin (μ g/ml) $n = 46$	0.85 [0.73–0.97]	< 0.01	24 Se = 0.90 Sp = 0.83	0.73	60	96	5.3	0.1
Non-intubated patients ($n = 40$)								
SAPS II $n = 40$	0.86 [0.75–0.98]	< 0.01	30 Se = 1.00 Sp = 0.70	0.70	41	100	3.3	0
Cardiac output (l/min) $n = 38$	0.80 [0.66–0.95]	0.01	6.3 Se = 0.86 Sp = 0.78	0.63	41	95	3.9	1.2
LVFE (%) $n = 39$	0.28 [0.07–0.50]	0.7	50 Se = 0.43 Sp = 0.22	– 0.35	30	89	0.6	2.6
BNP (pg/ ml) $n = 23$	0.98 [0.91–1.00]	< 0.01	896 Se = 1.00 Sp = 0.95	0.95	67	100	20	0

Table 3 continued

	AUC[95% CI]	<i>P</i> value	Best cut-off(Se, Sp)	Youden index	Positive predicted value (%)	Negative predicted value (%)	Positive likelihood ratio	Negative likelihood ratio
Troponin (µg/ml) <i>n</i> = 31	0.96 [0.88–1.00]	< 0.01	24 Se = 1.00 Sp = 0.92	0.92	67	100	12.5	0

AUC area under the receiver-operating characteristic curves, *SAPS* Simplified Acute Physiology Score, *Se* sensibility, *Sp* specificity, *LVEF* left ventricle fraction ejection, *BNP* brain natriuretic peptide

Table 4 Results of logistic regression from the whole cohort (*n* = 57) to identify criteria at admission associated with occurrence of death on day 28

	OR [CI 95%]	<i>p</i> value
Age (years)	1.23 [1.06–1.43]	0.006
BMI (kg/m ²)	1.24 [1.03–1.50]	0.02
Male gender	1.53 [0.12–18.8]	0.74
LUS score	1.02 [0.79–1.30]	0.87
Lactataemia (mmol/l)	0.52 [0.12–2.13]	0.36
SOFA score	1.10 [0.83–1.46]	0.52

BMI body mass index, *LUS* lung ultrasound, *SOFA* Sequential Organ Failure Assessment

injuries defined by CT scan on ICU admission predicted the outcome at day 5 or the admission of patients with SARS-CoV-2 to the ICU [5, 42]. A similar approach using a point-of-care, non-irradiant and easily performed LUS seems feasible. Indeed, the location and severity of acute lung injuries evaluated with LUS appear to be correlated with the CT scan in the case of SARS-CoV-2 pneumonia [3, 43, 44]. Furthermore, the correlation between the LUS score and severity of acute lung injury was previously described [13, 45–47].

Bonadia et al. performed a study evaluating the performance of the LUS score to predict mortality and ICU admission of SARS-CoV-2 patients admitted to the emergency department [14]. This study highlighted that the number of

lung sectors presenting anomalies during LUS examination was correlated with prognosis [14]. These results are in line with results obtained from CT scan examination and prognosis in SARS-CoV-2-related lung infection [3, 5]. Furthermore, these results confirmed that LUS examinations at the bedside are correlated with thoracic CT scan findings as shown in a previous multicentric observational study [24]. This discrepancy between Bonadia et al.'s findings and our results is not necessarily contradictory [14]. We can assume that the qualitative evaluation of the number of areas with abnormal LUS examinations may be more predictive than characterizing the severity of the lesion by a quantitative evaluation using the LUS score. This may reflect the spread of the lung disease, which is correlated with the prognosis as found on thoracic CT scan examination.

Our data showed the differences in the assessment of LVEF using cardiac ultrasound. There was a decreased LVEF in non-survivors, while an increased cardiac output was associated with an increased 28-day death rate, as previously described [48]. High-sensitivity troponin and brain natriuretic peptide concentrations on admission were also associated with the outcome. These findings are in line with the association between increases in cardiac injury biomarkers and poor outcomes in patients with SARS-CoV-2 [21, 22, 49]. We assume that the discrepancy between intubated and non-intubated patients may be due to the heart-lung interaction during mechanical ventilation [50]. These findings support the interest in a combined evaluation of the lungs and cardiac

function to evaluate the prognosis. Of note, our study showed no abnormal marker of the right ventricular systolic function. However, considering the high incidence of thrombotic events in the severe SARS-CoV-2 population, exploration of the veins of the lower limbs could be useful [51, 52]. The LUS score was not more efficient than SAPS II, which showed comparable ROC curves to predict the occurrence of death on day 28. Ultrasound assessment of patients' severity could not rule out basic clinical and biological examination. Its added value may rather lie in the therapeutic orientation in patients with respiratory insufficiency whose origin can be multifactorial.

Our study has several limitations. First, only a few patients were intubated and the heterogeneity may limit our conclusions. However, the high number of non-intubated patients on ICU admission may help improve the triage at an early stage of management of SARS-CoV-2-related acute respiratory failure, notably outside the ICU ward. Second, the design was retrospective, which may be a source of bias in selection of patients who received a LUS examination. Third, missing data regarding biological markers of cardiac injury may have underpowered the related analysis. Lastly, the number of analyzed patients remains low despite the multicentric character of the study.

CONCLUSION

The LUS score on ICU admission due to SARS-CoV-2 pneumonia-related acute respiratory failure was not efficient to predict the occurrence of death at day 28. Performance of biological cardiac markers may be similar to that of the LUS score.

ACKNOWLEDGEMENTS

Fundings. No funding or sponsorship was received for this study or publication of this article.

Authorship. All named authors meet the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) criteria for authorship for this article, take responsibility for the integrity of the work as a whole, and have given their approval for this version to be published.

Disclosures. Laurent Zieleskiewicz declares receiving fees from General Electric Healthcare. Gary Duclos, Florian Bazalguette, Bernard Allaouchiche, Neyla Mohammedi, Alexandre Lopez, Mathieu Gazon, Guillaume Besch, Lionel Bouvet, Laurent Muller, Gauthier Mathon, Charlotte Arbelot, Mohamed Boucekine and Marc Leone have nothing to disclose.

Compliance with Ethics Guidelines. The study was approved by the Committee for Research Ethics of the French Society of Anesthesia and Intensive Care Medicine (CERAR IRB00010254-2020-062). In accordance with French law, patients were informed regarding the use of their data for publication [25, 26].

Data Availability. The datasets generated during and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

REFERENCES

1. Richardson S, Hirsch JS, Narasimhan M, Crawford JM, McGinn T, Davidson KW, et al. Presenting characteristics, comorbidities, and outcomes among 5700 patients hospitalized with COVID-19 in the New York City Area. *JAMA*. 2020;323(20):2098.
2. Grasselli G, Zangrillo A, Zanella A, Antonelli M, Cabrini L, Castelli A, et al. Baseline characteristics and outcomes of 1591 patients infected with SARS-CoV-2 admitted to ICUs of the Lombardy Region, Italy. *JAMA*. 2020;323(16):1574–81.
3. Yang Y, Huang Y, Gao F, Yuan L, Wang Z. Lung ultrasonography versus chest CT in COVID-19 pneumonia: a two-centered retrospective comparison study from China. *Intensive Care Med*. 2020;46(9):1761–3.
4. Wu J, Wu X, Zeng W, Guo D, Fang Z, Chen L, et al. Chest CT findings in patients with coronavirus

- disease 2019 and its relationship with clinical features. *Invest Radiol.* 2020;55:257–61.
5. Colombi D, Bodini FC, Petrini M, Maffi G, Morelli N, Milanese G, et al. Well-aerated lung on admitting chest CT to predict adverse outcome in COVID-19 Pneumonia. *Radiology.* 2020;296(2):E86–E96.
 6. Yousuf B, Sujatha KS, Alfoudri H, Mansurov V. Transport of critically ill COVID-19 patients. *Intensive Care Med.* 2020;46(8):1663–4.
 7. Aliaga M, Forel J-M, De Bourmont S, Jung B, Thomas G, Mahul M, et al. Diagnostic yield and safety of CT scans in ICU. *Intensive Care Med.* 2015;41:436–43.
 8. Buonsenso D, Pata D, Chiaretti A. COVID-19 outbreak: less stethoscope, more ultrasound. *Lancet Respir Med.* 2020;8:e27.
 9. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med.* 2012;38:577–91.
 10. Zieleskiewicz 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.* 2015;41:1638–47.
 11. Xing C, Li Q, Du H, Kang W, Lian J, Yuan L. Lung ultrasound findings in patients with COVID-19 pneumonia. *Crit Care Lond Engl.* 2020;24:174.
 12. Volpicelli G. Lung sonography. *J Ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med.* 2013;32:165–71.
 13. Markarian T, Zieleskiewicz L, Perrin G, Claret P-G, Loundou A, Michelet P, et al. A lung ultrasound score for early triage of elderly patients with acute dyspnea. *CJEM.* 2019;21:399–405.
 14. Bonadia N, Carnicelli A, Piano A, Buonsenso D, Gilardi E, Kadhim C, et al. Lung ultrasound findings are associated with mortality and need for intensive care admission in COVID-19 patients evaluated in the emergency department. *Ultrasound Med Biol.* 2020;46:2927–37.
 15. Nino G, Zember J, Sanchez-Jacob R, Gutierrez MJ, Sharma K, Linguraru MG. Pediatric lung imaging features of COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Pulmonol.* 2021;56:252–63.
 16. Juan J, Gil MM, Rong Z, Zhang Y, Yang H, Poon LC. Effect of coronavirus disease 2019 (COVID-19) on maternal, perinatal and neonatal outcome: systematic review. *Ultrasound Obstet Gynecol Off J Int Soc Ultrasound Obstet Gynecol.* 2020;56:15–27.
 17. Bataille B, Riu B, Ferre F, Moussot PE, Mari A, Brunel E, et al. Integrated use of bedside lung ultrasound and echocardiography in acute respiratory failure: a prospective observational study in ICU. *Chest.* 2014;146:1586–93.
 18. Staub LJ, Mazzali Biscaro RR, Kaszubowski E, Maurici R. Lung ultrasound for the emergency diagnosis of pneumonia, acute heart failure, and exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease/asthma in adults: a systematic review and meta-analysis. *J Emerg Med.* 2019;56:53–69.
 19. Silva S, Biendel C, Ruiz J, Olivier M, Bataille B, Geeraerts T, et al. Usefulness of cardiothoracic chest ultrasound in the management of acute respiratory failure in critical care practice. *Chest.* 2013;144:859–65.
 20. Mojoli F, Bouhemad B, Mongodi S, Lichtenstein D. Lung ultrasound for critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2019;199:701–14.
 21. Guo T, Fan Y, Chen M, Wu X, Zhang L, He T, et al. Cardiovascular implications of fatal outcomes of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiol.* 2020;5(7):811–8.
 22. Shi S, Qin M, Cai Y, Liu T, Shen B, Yang F, et al. Characteristics and clinical significance of myocardial injury in patients with severe coronavirus disease 2019. *Eur Heart J.* 2020;41(22):2070–9.
 23. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP, et al. The strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol.* 2008;61:344–9.
 24. Zieleskiewicz L, Markarian T, Lopez A, Taguet C, Mohammadi N, Boucekine M, et al. Comparative study of lung ultrasound and chest computed tomography scan in the assessment of severity of confirmed COVID-19 pneumonia. *Intensive Care Med.* 2020;46:1707–13.
 25. Toulouse E, Maseguin C, Lafont B, McGurk G, Harbonn A, Roberts JA, et al. French legal approach to clinical research. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2018;37:607–14.
 26. Toulouse E, Lafont B, Granier S, McGurk G, Bazin J-E. French legal approach to patient consent in clinical research. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2020;39:883–5.
 27. Recommandations d'experts portant sur la prise en charge en réanimation des patients en période

- d'épidémie à SARS-CoV2. Société Fr. D'Anesthésie Réanimation. 2020. Available from: <https://sfar.org/recommandations-dexperts-portant-sur-la-prise-en-charge-en-reanimation-des-patients-en-periode-depidemie-a-sars-cov2/>. Accessed 4 March 2021.
28. Arbelot C, Dexheimer Neto FL, Gao Y, Brisson H, Chunyao W, Lv J, et al. Lung ultrasound in emergency and critically ill patients: number of supervised exams to reach basic competence. *Anesthesiology*. 2020;132:899–907.
 29. Expert Round Table on Echocardiography in ICU. International consensus statement on training standards for advanced critical care echocardiography. *Intensive Care Med*. 2014;40:654–66.
 30. Haddam M, Zieleskiewicz L, Perbet S, Baldovini A, Guervilly C, Arbelot C, et al. Lung ultrasonography for assessment of oxygenation response to prone position ventilation in ARDS. *Intensive Care Med*. 2016;42:1546–56.
 31. Mayo PH, Copetti R, Feller-Kopman D, Mathis G, Maury E, Mongodi S, et al. Thoracic ultrasonography: a narrative review. *Intensive Care Med*. 2019;45:1200–11.
 32. Lichtenstein DA. BLUE-protocol and FALLS-protocol: two applications of lung ultrasound in the critically ill. *Chest*. 2015;147:1659–70.
 33. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF, Dokainish H, Edvardsen T, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17:1321–60.
 34. Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr*. 2010;23:685–713 (quiz 786–8).
 35. Le Gall JR, Lemeshow S, Saulnier F. A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA*. 1993;270:2957–63.
 36. Vincent JL, Moreno R, Takala J, Willatts S, De Mendonça A, Bruining H, et al. The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. On behalf of the Working Group on Sepsis-Related Problems of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med*. 1996;22:707–10.
 37. Frat J-P, Thille AW, Mercat A, Girault C, Ragot S, Perbet S, et al. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med*. 2015;372:2185–96.
 38. Youden WJ. Index for rating diagnostic tests. *Cancer*. 1950;3:32–5.
 39. Ray P, Le Manach Y, Riou B, Houle TT. Statistical evaluation of a biomarker. *Anesthesiology*. 2010;112:1023–40.
 40. Coste J, Pouchot J. A grey zone for quantitative diagnostic and screening tests. *Int J Epidemiol*. 2003;32:304–13.
 41. Bouhemad B, Brisson H, Le-Guen M, Arbelot C, Lu Q, Rouby J-J. Bedside ultrasound assessment of positive end-expiratory pressure-induced lung recruitment. *Am J Respir Crit Care Med*. 2011;183:341–7.
 42. Mahdjoub E, Mohammad W, Lefevre T, Debray M-P, Khalil A, Study Group. Admission chest CT score predicts 5-day outcome in patients with COVID-19. *Intensive Care Med*. 2020;46(8):1648–50.
 43. Duclos G, Lopez A, Leone M, Zieleskiewicz L. “No dose” lung ultrasound correlation with “low dose” CT scan for early diagnosis of SARS-CoV-2 pneumonia. *Intensive Care Med*. 2020;46(6):1103–4.
 44. Zieleskiewicz L, Duclos G, Dransart-Rayé O, Nowobilski N, Bouhemad B. Ultrasound findings in patients with COVID-19 pneumonia in early and late stages: Two case-reports. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2020;39(3):391–2.
 45. Leblanc D, Bouvet C, Degiovanni F, Nedelcu C, Bouhours G, Rineau E, et al. Early lung ultrasonography predicts the occurrence of acute respiratory distress syndrome in blunt trauma patients. *Intensive Care Med*. 2014;40:1468–74.
 46. Soummer A, Perbet S, Brisson H, Arbelot C, Constantin J-M, Lu Q, et al. Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress*. *Crit Care Med*. 2012;40:2064–72.
 47. Xirouchaki N, Magkanas E, Vaporidi K, Kondili E, Plataki M, Patrianakos A, et al. Lung ultrasound in critically ill patients: comparison with bedside chest radiography. *Intensive Care Med*. 2011;37:1488–93.
 48. Bergenzaun L, Gudmundsson P, Öhlin H, Düring J, Ersson A, Ihrman L, et al. Assessing left ventricular systolic function in shock: evaluation of

-
- echocardiographic parameters in intensive care. *Crit Care Lond Engl.* 2011;15:R200.
49. Kwenandar F, Japar KV, Damay V, Hariyanto TI, Tanaka M, Lugito NPH, et al. Coronavirus disease 2019 and cardiovascular system: a narrative review. *Int J Cardiol Heart Vasc.* 2020;29:100557.
50. Pinsky MR. Heart lung interactions during mechanical ventilation. *Curr Opin Crit Care.* 2012;18:256–60.
51. Cui S, Chen S, Li X, Liu S, Wang F. Prevalence of venous thromboembolism in patients with severe novel coronavirus pneumonia. *J Thromb Haemost JTH.* 2020;18(6):1421–4.
52. Tang N, Bai H, Chen X, Gong J, Li D, Sun Z. Anti-coagulant treatment is associated with decreased mortality in severe coronavirus disease 2019 patients with coagulopathy. *J Thromb Haemost JTH.* 2020;18(5):1094–9.

SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans **aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions**. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas **usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité**.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai **jamais leur confiance** et **n'exploiterai pas le pouvoir hérité** des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque.

Résumé

Introduction

L'émergence du Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) a conduit à un afflux massif de patients en unités de réanimation. En réanimation, l'échographie thoracique est largement utilisée à l'admission de ces patients en détresse respiratoire. L'objectif principal de notre étude était d'évaluer la performance du score Lung UltraSound (LUS) à l'admission en réanimation pour prédire la survenue de décès à J28 chez les patients atteints de SARS-CoV-2. L'objectif secondaire était d'évaluer les performances de l'échographie cardiaque et des marqueurs biologiques cardiaques pour prédire la mortalité à J28.

Méthodes

Cette étude multicentrique observationnelle rétrospective a été conduite dans six unités de réanimations au sein de quatre hôpitaux universitaires français entre le 15 mars et le 3 mai 2020. Les patients admis en réanimation en raison d'une détresse respiratoire aiguë liée au SARS-CoV-2 qui avaient eu une échographie thoracique à l'admission étaient inclus.

L'aire sous la courbe receiver-operating characteristics (ROC) était mesurée pour prédire la mortalité à J28 à partir du score LUS. La même analyse a été réalisée pour le Simplified Acute Physiology Score, la fraction d'éjection du ventricule gauche, le débit cardiaque, la concentration de brain natriuretic peptide et de troponine ultra-sensible à l'admission en réanimation.

Résultats

Parmi les 57 patients inclus dans l'analyse, le taux de mortalité était de 21%. L'aire sous la courbe ROC du score LUS à l'admission était de 0,68 (IC95% [0,54-0,82]; $p = 0,05$). Chez les patients non-intubés à l'admission en réanimation ($n = 40$), l'aire sous la courbe ROC était de 0,84 (IC95% [0,70-0,97] ; $p = 0,005$). La meilleure valeur seuil était de 22 et correspondait à une sensibilité de 83% et une spécificité de 85%.

Conclusion

Le score LUS à l'admission en réanimation pour une détresse respiratoire aiguë liée au SARS-CoV-2 n'était pas performant pour prédire la mortalité à J28. La performance était meilleure pour les patients non-intubés lors de la réalisation de l'examen.

Mots-clés

Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2), détresse respiratoire aiguë, score LUS.