

Echo Pleuro Pulmonaire et diaphragmatique

24/5/2024

S.MONZIOLS
SAR digestif Magellan



Introduction



Recommandations Formalisées d'Experts

PERTINENCE DE LA PRESCRIPTION DES EXAMENS BIOLOGIQUES ET DE LA RADIOGRAPHIE THORACIQUE EN REANIMATION

RFE commune SFAR-SRLF

R8.2 - Il faut probablement réaliser une RT en cas d'altération des échanges gazeux, d'augmentation des pressions d'insufflation (pression de plateau) ou de modifications auscultatoires faisant suspecter l'apparition ou l'aggravation d'une anomalie parenchymateuse ou pleurale, bien que le rendement diagnostique du scanner thoracique (voire de l'échographie pulmonaire) soit sans doute supérieur.

(Grade 2+) Accord fort

R8.4 - Il faut probablement envisager l'échographie thoracique comme alternative à la RT pour la détection d'anomalies pleurales (pneumothorax, pleurésie) voire parenchymateuses (foyer, atelectasie).

(Grade 2+) Accord fort



Sensibilité et spécificité

- Aucun test n'est parfait
 - Faux négatifs et Faux positifs
- Sensibilité : % de tests positifs chez les malades
 - $Se = VP / (VP + FN)$
- Spécificité : % de tests négatifs chez les non malades
 - $Sp = VN / (VN + FP)$

	Malade	Non Malade
Test +	VP	FP
Test -	FN	VN
Total	VP+FN	VN+FP

VP : Vrai positif
VN : vrai négatif
FP : Faux positif
FN : Faux négatif



Intensive Care Med (2011) 37:1488–1493
DOI 10.1007/s00134-011-2317-9

ORIGINAL

Nektaria Xirouchaki
Eleftherios Magkamas
Katerina Vaporiidi
Eumorfia Kondili
Maria Platsaki
Alexandros Patrianakos
Evaggelia Akoumianaki
Dimitrios Georgopoulos

Lung ultrasound in critically ill patients: comparison with bedside chest radiography

	consolidation	Sd interstitiel	pneumothorax	Épanchement pleural
RT	Se : 38 % Sp : 89 % Δc : 49 %	Se : 46 % Sp : 80 % Δc : 58 %	Se : 0 % Sp : 99 % Δc : 89 %	Se : 65 % Sp : 81 % Δc : 69 %
EPP	Se : 100 % Sp : 78 % Δc : 95 %	Se : 94 % Sp : 93 % Δc : 94 %	Se : 75 % Sp : 93 % Δc : 92 %	Se : 100 % Sp : 100 % Δc : 100 %



THE NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE

REVIEW ARTICLE

Julie R. Ingelfinger, M.D., Editor

Point-of-Care Ultrasonography

José L. Díaz-Gómez, M.D., Paul H. Mayo, M.D., and Seth J. Koenig, M.D.

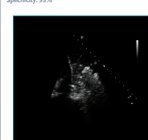
Acute Pulmonary Edema

Sensitivity: 88%
Specificity: 90%



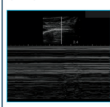
Pneumonia

Sensitivity: 88%
Specificity: 93%



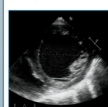
Pneumothorax

Sensitivity: 93%
Specificity: 100%



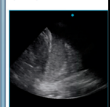
Left Ventricular Dysfunction

Sensitivity: 69-94%
Specificity: 88-96%



Thoracoabdominal Trauma

Sensitivity: 74%
Specificity: 96%



Comment ça marche...

- Le poumon échogène ?
 - Repose sur l'analyse d'artéfacts
 - Liés à l'interaction air/eau
 - Peu d'images directes

⇒ Sémiologie très spécifique

D Lichtenstein and lung ultrasound >30 références



MISE AU POINT
Échographie pulmonaire en réanimation et aux urgences
Lung ultrasound in the critically ill
D. Lichtenstein

Service de réanimation médicale, Hôpital Paris-Clod, Hôpital Antoine-Pain, 8, rue Claude de Guise, 95100 Boulogne, France
Téléchargeable sur Internet le 24 septembre 2008

- Décrite par Lichtenstein, Lichtenstein et Lichtenstein...

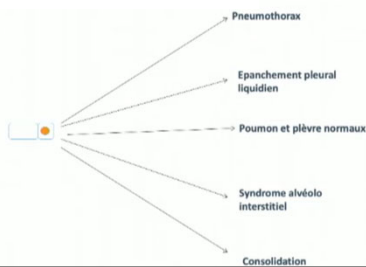


Un appareil simple !

- Compact
- Facilement transportable
- Allumage rapide
- Examen facilement réalisable au lit du patient
- Courbe d'apprentissage rapide
- Non irradiant
- Rentabilité
- Attention au choix de la sonde
- Evaluation de l'aération pulmonaire de façon dynamique au lit du patient et suivi en temps réel des traitements entrepris.



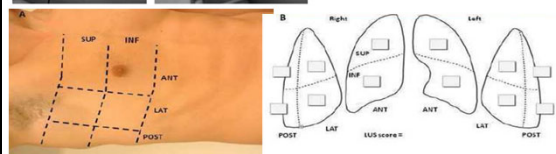
Echographie Pleuro-pulmonaire : 5 diagnostics syndromiques



Sémiologie de base



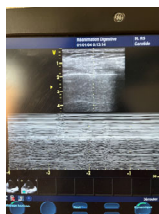
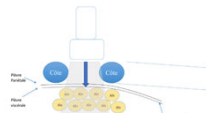
- Zone 1 antérieur
- Zone 2 : latérale
- Zone 3 : Postéro latéral



Sémiologie de base : La plèvre

- 2D : Le glissement pleural
- 2 feuillets de la plèvre sont accolés
- poumon ventilé

TM : Signe du Bord de mer

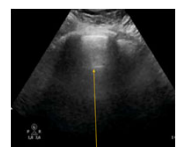
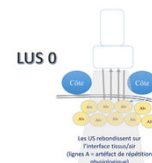


- Si absence :
- Air entre les deux feuillets
- Poumon non ventilé

- Si présence de lignes B ou consolidation : absence de PTX

Poumon Normal : Les lignes A

- Artéfacts horizontaux
- Liés à la répétition de l'échogénicité de la ligne pleurale
- Intervalles réguliers (répétition de la distance entre la sonde et la plèvre)

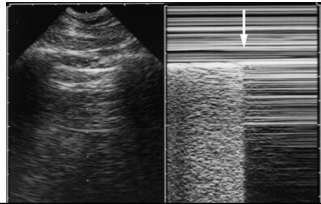
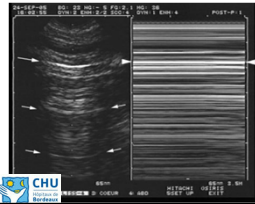


Ligne A

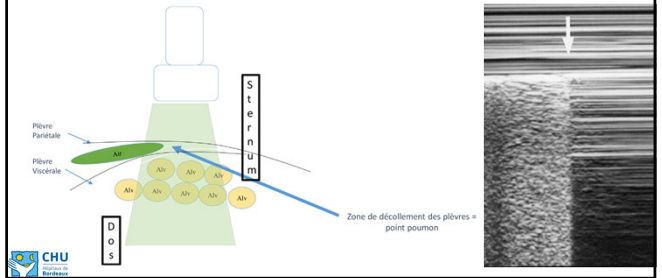
Pneumothorax

2D
Abolition du glissement pleural
Absence de ligne B
Présence de ligne A
± Point poumon

Mode TM :
Signe de la stratosphère ou du code barre.
Se 88 Sp 99,6

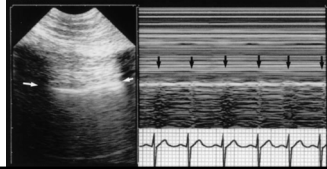


Point Poumon



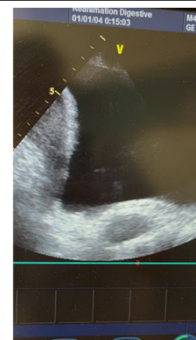
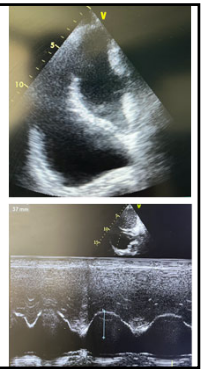
Pneumothorax

- Le Pouls pulmonaire :
- Transmission au niveau du poumon des différents battements cardiaques.
- L'absence de pouls pulmonaire est en faveur d'un PTX.



Epanchement pleural

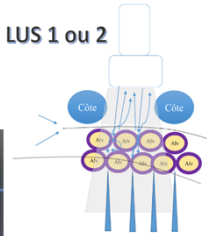
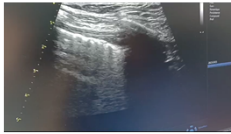
- Présence de liquide dans la cavité pleurale
- Sous-estimé par la RT (minimum 200ml)
- Analyse statique (2D)
 - Image anéchogène délimitée par 4 bords réguliers
- Analyse dynamique (TM)
 - Signe de la sinusoïde
- Guide de ponction
 - >15 mm sur 3 EIC consécutifs



Syndrome Interstitiel

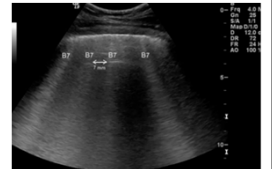
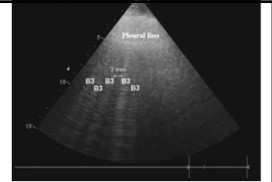
- Épaississement des *septa interlobulaires*
- Œdème pulmonaire lésionnel ou cardiogénique
- Diagnostic échographique : **Lignes B**
- Artéfacts verticaux de réverbération
- « Queues de comète »

LUS 1 ou 2



LIGNES B

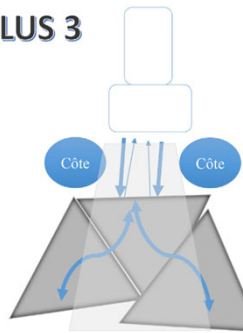
- 5 caractéristiques
 - Partent de la ligne pleurale
 - Bien délimitées
 - Diffuses sans atténuation
 - Effacent les lignes A
 - Bougent avec le glissement pleural
- Physiologique si < 3 par fenêtres
- Sd interstitiel si > 3 dans une aire de façon Bilatérale
- Méthode de Volpicelli, OAP Se 97% Sp 95%
- LUS 1 à 2
- Association à une ETT



CONDENSATION

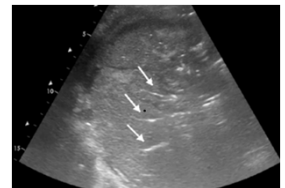
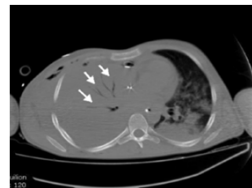
LUS 3

- Facilement visible
- Perte de l'aération pulmonaire
- Le poumon apparaît comme un tissu plein
- « Poumon hépatisé »
- Bronchogramme aérique : Zone hyperéchogène
- LUS 3
- Atélectasies ou foyer intra parenchymateux



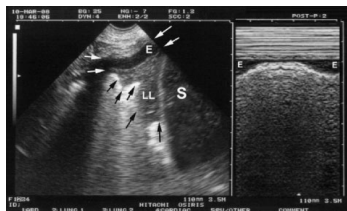
Condensation

- Bronchogramme aérique



PLAPS : Postero Lateral And Alveolar Syndrom

- En Zone Postérieure
- Condensation pulmonaire
- Epanchement pleural
- Bronchogramme aérique (flèche noire)

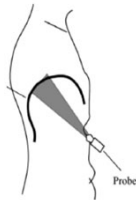


Le diaphragme

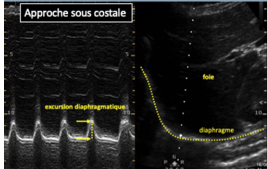
- Rôle fondamental dans la capacité respiratoire et dans la toux.
- Dysfonction diaphragmatique : atteinte très fréquente dans le domaine de soins critique (post opératoire digestif et thoracique).
- A l'entrée des patients en réa : jusqu'à 2/3 des patients présentent une dysfonction diaphragmatique.
- La ventilation mécanique et certains facteurs systémiques fréquents chez les patients de réa peuvent aggraver les troubles trophiques diaphragmatiques : corticoïdes / curares / sepsis / dénutrition

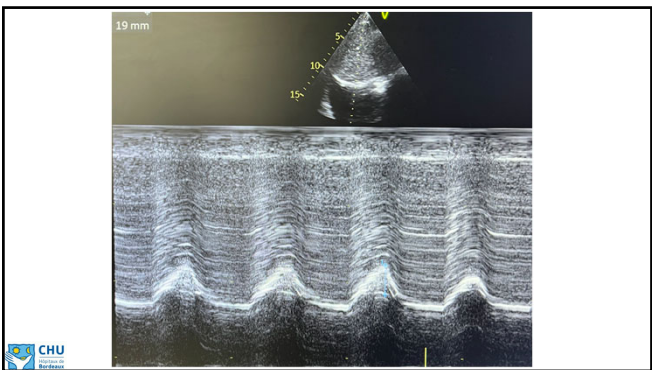
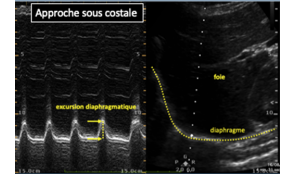
Echo diaphragmatique

- Imagerie DYNAMIQUE non invasive effectuée au lit du malade
- Visualisation simple du muscle diaphragmatique
- Analyse directe des structures sus et sous jacentes
- Position DD, proclive de 10-15°
- Voie sous costale, ligne médio-claviculaire (sonde basse fréquence)



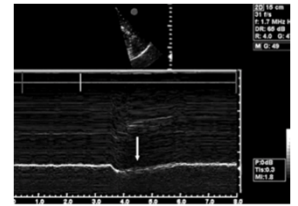
CHU
Hospices de la ville de Strasbourg

- ## Excursion diaphragmatique
- Amplitude de la cinétique crano caudale du diaphragme en inspiration.
 - Courbe sinusoïde en mode TM
 - Valeurs normales chez le patient sain :
 - 1,5 à 2 cm en ventilation calme
 - 5-7 cm en ventilation forcée
 - Cut-off < 1cm *prédicatif échec sevrage*
- 
- The image is a B-mode ultrasound scan of the diaphragm in a subcostal view. A yellow dashed line traces the movement of the diaphragm during breathing, showing a characteristic sinusoidal wave. Labels include 'Approche sous costale' (subcostal approach) at the top, 'foie' (liver) on the right, and 'diaphragme' (diaphragm) at the bottom right. A yellow arrow points to the 'excursion diaphragmatique' (diaphragmatic excursion). The bottom of the image shows a time scale from 0.0 to 0.2 seconds.



Dysfonction diaphragmatique	Paralysie diaphragmatique
Excursion en générale < 1cm ou < 25 mm à l'inspiration forcée .	- Excursion nulle - Mouvement paradoxal : dyskinésie diaphragmatique

- Excursion nulle
- Mouvement paradoxal :
dyskinésie diaphragmatique



Epaississement diaphragmatique

- Analyse du diaphragme
 - Approche intercostale :
 - Sonde linéaire
 - Mesure FE: Fraction épaississement
 - Pathologique si < 30%

$$FE = E_{\text{fin inspiration}} - E_{\text{fin expiration}} / E_{\text{fin expiration}}$$

CHU
Nantes

-

$$FE = E_{\text{fin inspiration}} - E_{\text{fin expiration}} / E_{\text{fin expiration}}$$

[illegible]

ANESTHESIOLOGY
A PUBLICATION OF THE SOCIETY OF ANESTHESIOLOGISTS

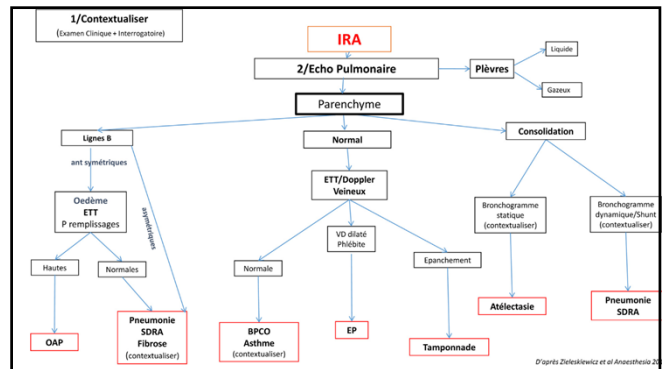
ANESTHESIOLOGY
A Multidisciplinary Journal of Anesthesia and Intensive Care

Volume 120 Number 5 May 2014

Anesthesiology: A Multidisciplinary Journal of Anesthesia and Intensive Care

Application Clinique : BLUE PROTOCOL

- Démarche de réflexion proposée par Lichtenstein
- A partir de la sémilogie échographique de base
- Permet une approche simple de la pathologie pulmonaire en fast-écho
- Interprétation fonction du contexte clinique
- Associé à ETT +/- échographie de compression des 4 points
- Facilement reproductible
- ...Donc, à répéter souvent!

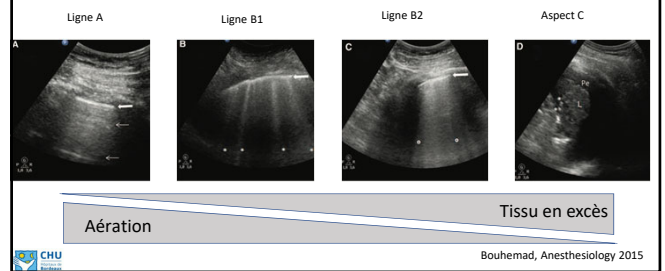


Application clinique : Lung US Score (LUS)

- Lung Ultrasound Score :
- Evaluation semi quantitative de la perte d'aération pulmonaire
- 12 zones
- 0 = Poumon normal
- 1 = Poumon avec perte modérée d'aération, lignes B espacées
- 2 = Poumon avec perte importante de l'aération, lignes B coalescentes
- 3 = Poumon consolidé
- 0 à 36 points



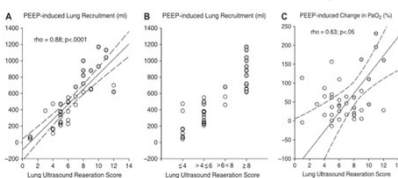
Application clinique : Evaluation du recrutement pulmonaire



Application clinique : Evaluation du recrutement pulmonaire

Bedside Ultrasound Assessment of Positive End-Expiratory Pressure-Induced Lung Recruitment

Belaïd Bouhamed¹, Hélène Brisson², Morgan Le-Guen³, Charlotte Arbelot¹, Qin Lu¹, and Jean-Jacques Rouby¹



- Corrélation entre variation du LUS reaeration score et l'augmentation du volume pulmonaire de fin d'expiration

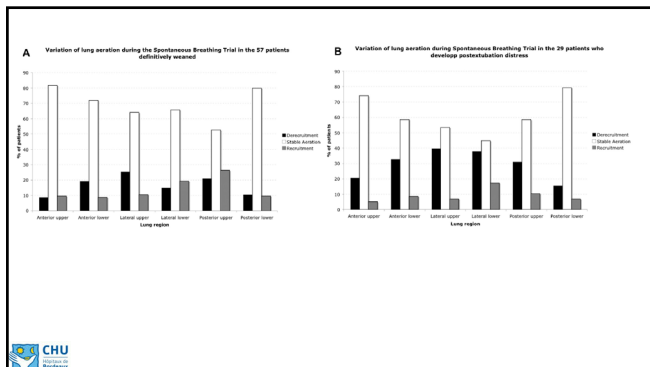


Applications cliniques : LUS Score dans le sevrage ventilatoire

Rouby Crit Care Med 2012

- Patients ventilés mécaniquement depuis > 48h pour SDRA/ALI exposés à une épreuve de sevrage respiratoire (tube en T)
- LUS < 12 prédictif d'un succès de sevrage
- LUS > 17 prédictif d'un échec de sevrage
- Dérecrutement plus important chez les patients avec un échec de sevrage
- Dérecrutement zones antérieures et latérales prédominant





Evaluation du dérecrutement

Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress[®]

Alexis Soummer, MD, Sébastien Perbet, MD, Hélène Brisson, MD, Charlotte Arhelot, MD, Jean-Michel Constantin, MD, PhD, Qin Lu, MD, PhD, Jean-Jacques Rouby, MD, PhD, and the Lung Ultrasound Study Group

(Crit Care Med 2012; 40:2064–2072)

- Prédiction de l'échec d'extubation lors des épreuves de sevrage
- LUS score (Aéré -> Ligne b -> Lignes B ± confluentes -> Condensation)
- AUC à 0,86 si score > 15

Applications Clinique : SDRA

- LUS et recrutements dans le SDRA : monitoring de l'aération régionale

Stefanidis Crit care 2011

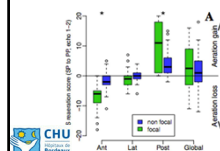
- SDRA : corrélation entre le LUS et la sévérité du SDRA, et prédictif de la mortalité.

Applications clinique : Recrutement alvéolaire et DV

- LUS et Evaluation du recrutement alvéolaire par le décubitus ventral

Haddam ICM 2016

- LUS et LUS aération score ne sont pas prédictifs de la réponse au DV sur la PaO₂



- Pas de prédictibilité à la réponse au P/F sur le LUS en décubitus dorsal
- Variations d'aérations régionales objectivées à l'écho.

Applications cliniques

- LUS et recrutements dans le SDRA : monitoring de l'aération régionale

Stefanidis, Crit care 2011

- SDRA : corrélation entre le LUS et la sévérité du SDRA, et prédictif de la mortalité.

- Limites : pas de monitoring possible de la surdistension alvéolaire, et donc des lésions induites par la ventilation mécanique (VILI)

Bedside ultrasound monitoring of proneposition induced lung inflation, Silva, ICM 2021

Applications cliniques : autres

- Péri opératoire : Diminution de la surface de poumon consolidé dans les zones postérieures, corrélé à une diminution de la PaO₂

A.Monastesse, Anesth Analgesia 2017

- PAVM : diminution rapide du score corrélée à un succès de l'ATBthérapie vs une augmentation du score en lien avec un échec de l'ATBthérapie

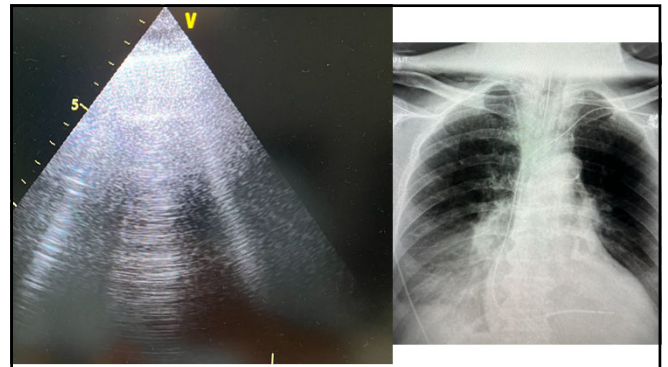
B.Bouhemad, CCM 2010

- Monitoring de l'efficacité de thérapeutique ayant un impact dans la balance hydrique et de l'eau pulmonaire extra vasculaire

F.Prior Caltabelati, CCM, 2014

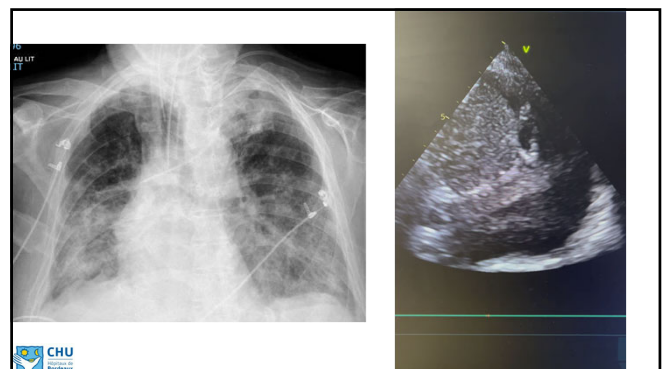
Quelques exemples du quotidien

- Patient de 55 ans J12 de transplantation hépatique
- IRA post opératoire
- Dialyse intermittente
- DRA dans les étages
- Température : 37,9
- Oedèmes périphériques



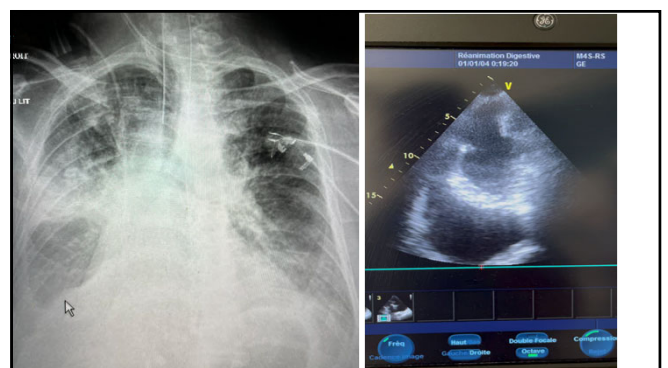
Quelques exemples du quotidien

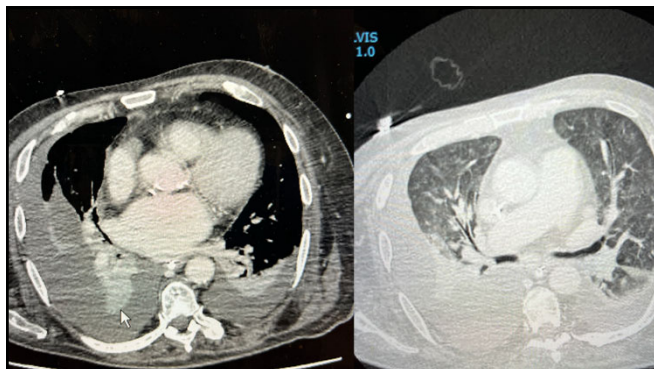
- Patient de 75 ans J30 SDRA post inhalation contexte de syndrome occlusif
- MICI
- Sevrage ventilatoire difficile
- Dénutrition, escarre sacré
- Alimentation parentérale
- Oedèmes périphériques



Quelques exemples du quotidien

- Patient de 54 ans Pancréatite aigue grave
- Abdomen distendu
- Surcharge hydro sodé périphérique
- Difficultés de sevrage respiratoire
- Hyperthermie





Messages clés

- Technique simple, disponible, au lit du patient
- Reproductible
- Analyse dynamique
- Choix de sonde adapté
- Performances diagnostiques excellentes ... chez un opérateur entraîné
- Contexte clinique



Merci pour votre attention

